H.w. Vogel's Photographie

Hermann Wilhelm Vogel, Ernst Vogel

T
K
R
W
W
C

H. W. VOGEL'S

PHOTOGRAPHIE

H. W. VOGEL'S

PHOTOGRAPHIE

EIN KURZES LEHRBUCH

FÜR

FACHMÄNNER UND LIEBHABER

BEARBEITET

VON

DR. E. VOGEL

MIT IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN ABBILDUNGEN
UND TAFELN

BRAUNSCHWEIG
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN
1900

VORWORT.

Vorliegendes Buch ist eine erweiterte Sonderausgabe des von H. W. Vogel verfassten Artikels „Photographie“ in Muspratt's Chemie. Die Bearbeitung dieser Ausgabe wurde nach dem Tode des Verfassers dem Unterzeichneten übertragen. Letzterer ist bestrebt gewesen das Buch so zu gestalten, dass es einmal einen Ueberblick über die Entwickelung der Photographie und den heutigen Standpunkt der photographischen Technik giebt, dann aber auch zum praktischen Gebrauch für Fachmänner und Liebhaber geeignet ist.

Berlin, im Juli 1900.

Dr. E. Vogel.

INHALT.

Einleitung.

Unter den denkwürdigen Erfindungen der Neuzeit, welche wir der Optik verdanken, stehen Photographie und Spectralanalyse obenan. Behandelt letztere die Wirkung der Stoffe auf das Licht, so beschäftigt sich erstere mit der Wirkung des Lichtes auf die Stoffe; sie erschloss in der Photochemie der Wissenschaft ein ganz neues Gebiet und brachte zwei gänzlich verschiedene Zweige menschlichen Könnens und Wissens: Naturwissenschaft und bildende Kunst, in intime Berührung. Anfangs nur eine billige Porträtirkunst, hat sie sich im Laufe der Zeit allen Künsten und Wissenschaften dienstbar gemacht. Sie verzeichnet dem Astronomen den Lauf der Gestirne, sie registrirt den Gang des Barometers und Thermometers, sie giebt dem Künstler Vorbilder und dem Handwerker Modelle, copirt dem Sprachforscher seltene Pergamente und dem Historiker denkwürdige Inschriften. Sie erleichtert dem Ingenieur die topographischen Aufnahmen, sie unterstützt die Studien der Botaniker, Zoologen und Mineralogen, der Geologen und Mikroskopiker, sie reproducirt dem Zeichner die complicirtesten Darstellungen in unnachahmlicher Correctheit und in kürzester Zeit, sie giebt uns treffliche Copien der Meisterwerke der Skulptur, Malerei und Architektur und macht dieselben für einen billigen Preis auch Unbemittelten zugänglich. Dadurch wird sie zu

einem ebenso wichtigen Hülfsmittel der Bildung des Volkes im Bereiche der Kunst, wie es die Buchdruckerkunst ist im Bereiche der Wissenschaft.

Durch solche Leistungen gewinnt die Photographie einen universellen Charakter, der sie weit über jene Künste erhebt, welche nur dazu beitragen, die Behaglichkeit des Lebens zu erhöhen und den Luxus zu fördern.

Das Wort Photographie (Lichtbildnerei) bezeichnet den Inbegriff aller Verfahren, nach denen mit Hülfe des Lichtes Bilder entstehen, gleichviel welche lichtempfindliche Substanzen und welche Operationen hierbei zur Anwendung kommen.

I.

Geschichte der Photographie.

Schon die alten Aegypter scheinen die Eigenschaft des salpetersauren Silberoxyds, sich am Lichte zu schwärzen, zur Hervorbringung der Schriftzüge auf den Mumienhüllen benutzt zu haben. Denn Herapath hat in der Leinwand, womit der einbalsamirte Leichnam umgeben ist, jedesmal Silber nachweisen können, wenn sich Hieroglyphen darauf befanden. Auch die Alchemisten kannten die Veränderung, welche Sibersalze im Lichte erleiden, wenigstens erwähnt Fabricius in seiner Schrift „de rebus metallices“ (1566) die Eigenschaft des Hornsilbers (Chlorsilbers), am Lichte vom Gelblichgrauen ins Violette und Schwarze überzugehen. Der Erste aber, der diese Thatsache zur Wiedergabe von Schriftzeichen durch das Licht benutzte, war Johann Heinrich Schulze, Dr. med. in Halle a. S. Schon im Jahre 1727 machte derselbe folgenden Versuch. Er klebte ausgeschnittene Buchstaben, ähnlich den modernen Wäscheschablonen, auf die Wand einer Glasbüchse, auf deren Boden er Silbersalze durch Kreide niedergeschlagen hatte und welche er dann in die Sonne stellte, so dass deren Strahlen, welche die durchsichtigen Buchstaben passirt hatten, auf den weissen Niederschlag fielen. Dieser färbte sich schnell dunkel. So entstand eine dunkele Copie der Schrift auf hellem Grunde. Rührte man diesen auf, so verschwand die Copie, indem die oberflächlich gedunkelten Theilchen sich in der weissen

Masse vertheilten. Hatte diese sich abgesetzt, so konnte man den Versuch wiederholen. Schulze stellte auch fest, dass keineswegs die Wärme die Ursache der Färbung war, indem er die Büchse an den warmen Ofen stellte. Seine Entdeckung blieb unbeachtet.

1781 experimentirte Scheele über die Lichtempfindlichkeit des Chlorsilbers. In seiner berühmten Abhandlung „Ueber Licht und Feuer“ (1777) zeigt er, dass die Farbenveränderung des Chlorsilbers im Lichte auf einer Reduction beruhe. Doch war er noch nicht zufrieden damit, zu wissen, dass weisses Licht das Hornsilber reducirt, er wollte auch erfahren, wie farbiges Licht wirke.

„Man lege“, sagt er, „ein gläsernes Prisma vor das Fenster und lasse die gebrochenen Sonnenstrahlen auf die Erde fallen, in dieses farbige Licht lege man ein Stück Papier, welches mit Hornsilber bestreut ist; so wird man gewahr werden, dass dieses Hornsilber in der violetten Farbe weit eher schwarz wird, als in den anderen Farben.“

Als Sennebier Scheele's Versuch wiederholte (1785), überzeugte er sich, dass im violetten Lichte in 15 Secunden dieselbe Schwärzung des Chlorsilbers erfolgt wie im rothen Lichte in 20 Minuten.

Vassalli erweiterte diese Beobachtungen (1793), indem er nachwies, dass mit der Farbenänderung zugleich ein Gewichtsverlust stattfindet, so dass z. B. 5 Gran Chlorsilber nach der Belichtung $^1/_2$ Gran an Gewicht verlieren.

Eine der schönsten Entdeckungen über die chemische Wirkung des Lichtes wurde 1810 durch Ritter verkündet. Er wies nämlich nach, dass ausserhalb des sichtbaren Spectrums Strahlen vorhanden seien, welche das Chlorsilber noch stärker reduciren, als das violette Licht. Diese Beobachtung versetzte die gelehrte Welt in Aufregung und veranlasste eine Reihe von Forschern, wie Bérard, Seebeck, Berthollet, Herschel, Englefield u. A. m., sich mit den Wirkungen des Lichtes eingehender zu beschäftigen. Aber keiner von ihnen kam auf den Gedanken, die chemische Wirkung des Lichtes zur Hervorbringung von Bildern zu verwenden.

Und doch lag der Gedanke so nahe. Die Camera obscura, die Erfindung Baptista Porta's, war ja schon seit dem 16. Jahrhundert (1588) bekannt und hatte seitdem so viele Verbesserungen erfahren, dass am Ende des 18. Jahrhunderts es kein Wunder gewesen wäre, wenn ein Gelehrter sein Chlorsilberpapier in der Camera exponirt hätte.

Wedgwood, der berühmte Töpfer, war, so viel wir wissen, der Erste, welcher dies versuchte, aber in dem Berichte, welchen er 1802 im Verein mit Humphry Davy über seine Versuche gab, wird uns mitgetheilt, dass die Bilder der Camera obscura zu schwach seien, um auf das Silbernitrat einzuwirken. Dagegen fand Davy, dass man mittelst des Sonnenmikroskopes Bilder auf präparirtem Papier erlangen könne. Wedgwood überzog weisses Papier oder Leder mit Silbernitratlösung oder Chlorsilber und copirte darauf durchsichtige Glasmalereien, Blätter, Insectenflügel u. a. m. Seine Bilder waren aber nicht haltbar und konnten nur bei schwachem Lampenlicht betrachtet werden.

Es galt die vom Lichte nicht veränderten Chlorsilbertheilchen hinwegzuschaffen, um die erzeugten Lichtbilder haltbar zu machen, d. h. zu fixiren. Wedgwood's und Davy's Nachfolger verwandte dazu zum Theil heisse Kochsalzlösung, obgleich Herschel bereits 1819 in dem unterschwefligsauren Natron ein viel leichteres Lösungsmittel, d. h. ein Fixirungsmittel für Chlorsilberbilder, entdeckte.

Unterdessen hatte Nicephore Nièpce in Chalons-sur-Saone, ein Liebhaber der Wissenschaft, der von den Bestrebungen der Gelehrten keine Kunde hatte, seit 1814 unausgesetzt daran gearbeitet, die Bilder der Camera obscura zu fixiren. Nach dreizehnjährigen Mühen und Täuschungen erziehlte er endlich Erfolge. 1827 bot er der „Royal Society“ in London sein Verfahren an und schickte Probebilder (sogenannte Heliographien) ein, von denen einige noch jetzt im „British Museum“ aufbewahrt werden. Der Grund, weshalb die Royal Society Nièpce's Anerbieten ablehnte, lag darin, dass er, im Wiederspruche mit den Satzungen der Gesellschaft, sein Verfahren geheim hielt.

Nièpce's „Heliographie" gründete sich auf die Veränderungen, welche Asphalt im Lichte erfährt. Er überzog eine Kupferplatte mit einer Lösung von Asphalt in Lavendelöl und belichtete die getrocknete Platte vier bis acht Stunden in der Camera, worauf er sie in eine Mischung von Lavendelöl und Steinöl legte, welche auf die vom Lichte getroffenen Stellen nicht einwirkte, weil diese im Lichte unlöslich geworden waren, während die unbelichteten sich darin auflösten. Auf diese Platte liess er vermuthlich eine Säure wirken, welche die Metallplatte an den frei gelegten Stellen anfrass und so eine, einer Radirung ähnliche Kupferplatte herstellte, die in gleicher Weise wie diese in der Kupferdruckpresse abdruckbar war.

Er suchte aber auch Lichtbilder in dieser Weise direct darzustellen, indem er die Metallplatte mit Schwefelleber behandelte. Diese erzeugte an allen blossgelegten Stellen schwarzes Schwefelmetall, welches die Schatten der Bilder bildete.

Im Jahre 1829 verband sich Nièpce mit dem Decorationsmaler Daguerre, der in gleicher Richtung wie Nièpce experimentirte. Beide vereinigten sich zur gemeinschaftlichen Ausbeutung der Erfindung, ohne jedoch Wesentliches zu erreichen. Im Jahre 1833 starb Nièpce voll Kummer über den geringen Erfolg seiner jahrelangen Bemühungen. Daguerre wurde der Erbe seiner Ideen und experimentirte eifrig weiter. Zwei Jahre hindurch schloss er sich fast ganz von der Gesellschaft ab und erlaubte nicht einmal seinen vertrautesten Freunden, sein geheimnissvolles Arbeitszimmer zu betreten. Erst als er vollständig sichere Resultate erzielte, legte er drei Mitgliedern der französischen Akademie, Humboldt, Biot und Arago, Proben seiner Arbeiten vor, von denen Arago am 7. Januar 1839 der Akademie Bericht erstattete. Durch Arago's und Gay-Lussac's Vermittelung wurde dann die französische Regierung bewogen den Kammern einen Gesetzentwurf vorzulegen, wonach Daguerre, gegen Veröffentlichung des Verfahrens, eine jährliche Pension von 6000 Frcs. und Nièpce's Sohn Isidor 4000 Frcs. jährlich bewilligt

wurden. Nun konnte Arago am 19. August 1839 in der vereinigten Sitzung der Akademie der Wissenschaften und Künste das Geheimniss offenbaren und damit zum Gemeingut der Welt machen.

Bei dem Verfahren, dem das dankbare Publikum den Namen Daguerreotypie gegeben hat, wird eine Silberschicht, die das Bild aufnehmen soll, in einem Behälter der freiwilligen Ausdunstung einiger Blättchen Jods ausgesetzt; dadurch bildet sich gelbes Jodsilber, und dann wird die Platte in der Camera obscura belichtet. So wie diese Platte die Camera obscura verlässt, erscheint der gelbliche Anflug von Jodsilber, welcher das Bild enthält, noch durchaus unverändert und von vollkommen gleichförmiger Schattirung, lässt man aber Quecksilberdampf im Dunkeln darauf wirken, so erleidet sie schnell eine auffallende Veränderung. Der Quecksilberdampf schlägt sich hauptsächlich an den Stellen der Platte nieder, welche dem Lichte ausgesetzt waren, lässt dagegen die im Schatten gebliebenen Stellen unberührt und greift die Partien, welche den Halbschatten entsprechen, mehr oder weniger an. — So entsteht ein positives Bild, welches fixirt, d. h. lichtfest gemacht wird, indem man das noch vorhandene empfindliche Jodsilber mit unterschwefligsaurer Natronlösung entfernt.

So skizzirte Arago die neue Entdeckung Daguerre's, welche ganz Paris in solche Aufregung versetzte, dass ein förmlicher Sturmlauf auf die Läden der Optiker und Drogisten begann, um die Apparate und die Präparate zu kaufen. Jeder wollte das Verfahren erproben. Diese Betheiligung Vieler an den gewonnenen Resultaten veranlasste bald so wesentliche Verbesserungen, dass noch vor Ablauf eines Jahres die Frage als gelöst betrachtet werden konnte, ob die Daguerreotypie zum Porträtiren verwendbar sei. Schon 1840 gelang es Draper in New-York, das erste Porträt auf einer Daguerreotypplatte zu erhalten. Und als Goddard und Claudet im Chlor und Brom beschleunigende Substanzen gefunden (1841) und Petzval (1843) die Resultate seiner Berechnungen in Voigtländer's lichstarken Objectiven verwirklicht sah, konnte die Zeit der Belichtung von 20 Minuten

auf ebenso viele Secunden reducirt werden. Auch die leichte Verwischbarkeit der Bilder war schon vorher durch Fizeau (1840) beseitigt worden, indem er das fixirte Bild unter gelindem Erwärmen mit einem Gemisch von unterschwefligsaurem Natron und Chlorgold behandelte. Als endlich Bingham 1845 im Bromkalk die beständigste und energischste aller beschleunigenden Substanzen entdeckte, hatte die Daguerreotypie den Höhepunkt ihrer Ausbildung erreicht. Daguerre, geb. 1787, starb 1851.

Aber die Daguerreotypie in ihrer höchsten Vollendung war noch immer einseitig und unvollkommen, weil jedes zweite Bild eine neue Aufnahme nöthig machte. In dieser Beziehung bahnte das Papierverfahren, wovon Fox Talbot der Royal Society in London am 30. Januar 1837, sechs Monate vor der Veröffentlichung von Daguerre's Verfahren, die erste Mittheilung machte, einen bedeutenden Fortschritt an.

Talbot versuchte zunächst das Copiren ebener Gegenstände auf Chlorsilberpapier. Werden Pflanzenblätter oder Zeichnungen auf mit Chlorsilber getränktes Papier gelegt, angepresst und belichtet, so schwärzt sich das Papier unter den durchscheinenden Stellen der Zeichnung, die schwarzen Striche aber halten das Licht zurück und hier bleibt das empfindliche Papier weiss. So erhält man die Copie in weissen Strichen auf dunkelem Grunde, welches in Licht und Schatten gerade das Umgekehrte des Originals ist und deshalb ein negatives Bild genannt wird. Dasselbe fixirte Talbot durch Behandlung mit warmer Kochsalzlösung, später in unterschwefligsaurer Natronlösung, welche das überschüssige Chlorsilber auflöst. Benutzt man dieses Negativ als Original, und copirt man darunter wiederum ein Bild auf lichtempfindliches Papier, so erhält man ein positives Bild. Diesen Copirprocess kann man beliebig oft wiederholen und so nach einem einzigen Negativ eine grosse Menge Positive machen. Durch diesen Process trat die Photographie in die Reihe der vervielfältigenden Künste ein. Dieser alte Papierprocess von Talbot ist heute noch in vervollkommneter Gestalt in Gebrauch zum Copiren der Zeich-

nungen auf mechanischem Wege. Man nennt ihn Lichtpausprocess. 1841 verbesserte Talbot sein Verfahren durch Anwendung von Jodsilberpapier, welches bedeutend empfindlicher war als Chlorsilberpapier, so dass er es sogar zur Aufnahme der lichtschwachen Bilder in der Camera obscura benutzen konnte. Hier erschien das Bild nicht direct, sondern erst nachträglich durch das Behandeln mit Gallussäurelösung bei dem sogenannten Entwicklungsprocess. Durch diesen färbten sich die vom Lichte getroffenen Theile schwarz und lieferten so ein negatives Bild. Diese Bilder wurden dann auf Chlorsilberpapier copirt.

Gegenüber den feinen Daguerreotypbildern erscheinen die Talbot'schen Bilder sehr rauh und hässlich. Aber der Vortheil, dass nach einer einzigen Aufnahme eine ganze Reihe Bilder „copirt", dass sie ferner auf einem handlichen Materiale, Papier, hergestellt werden konnten, war nicht von der Hand zu weisen. Deshalb versuchte man dieses Verfahren zu verbessern, und in der That verdrängte es nach und nach den Daguerreotypprocess und wurde die Grundlage der modernen Photographie, die im Wesentlichen in der Aufnahme eines negativen Bildes und einer danach gefertigten positiven Lichtcopie besteht.

Der nächste Fortschritt war die Anwendung des Glases zur Aufnahme der negativen Bilder. Herschel hatte zwar bereits 1840 mit Jod-, Brom- und Chlorsilberniederschlägen auf Glasplatten experimentirt, aber erst von Nièpce de St. Victor, dem Neffen des älteren Nièpce, wurde das Glas mit Erfolg in die Praxis eingeführt. Anfangs überzog er Glasplatten mit Jodstärke, die er in Silbernitratlösung empfindlich machte. Es bildet sich dann durch Einwirkung von Jod auf das Silbernitrat eine Schicht Jodsilber; später jedoch ersetzte er die Jodstärke durch jodkaliumhaltiges Eiweiss (1848). Eine Glasplatte, mit solcher Lösung überzogen, wird in einer Silberlösung coagulirt durch Bildung von Silberalbuminat. Dadurch erlangt sie eine besondere Festigkeit. Zugleich bildet sich durch Wirkung des Silbernitrats auf Jodkalium das lichtempfindliche Jodsilber.

Statt des Eiweisses versuchte Le Gray 1850 das Collodium, aber ohne besonderen Erfolg. Besser gelangen die Collodiumbilder, welche Archer, Fry und Diamond in London anfertigten. Archer's Verfahren, welches im Herbst 1851 von ihm veröffentlicht wurde, veranlasste durch die Schönheit seiner Resultate das allmälige Zurücktreten der Daguerreotypie, welche jetzt fast vergessen ist.

Archer übergoss eine Glasplatte mit jodkaliumhaltigem Collodium, tauchte sie dann in Silberlösung, belichtete in der Camera obscura und machte das anfangs unsichtbare Bild sichtbar durch „Hervorrufen" mit Pyrogallussäure, die von ihm zuerst statt der von Talbot empfohlenen Gallussäure eingeführt wurde. Das gewaschene Bild wird dann mit unterschwefligsaurem Natron fixirt.

Dies ist auch jetzt noch der Gang der photographischen Operationen, nur dass für die Pyrogallussäure der bereits 1844 von Hunt verwendete Eisenvitriol als Hervorrufer gebraucht wird, während die Pyrogallussäure zur „Verstärkung" dient.

Nach Archer's Process wird die Jodsilbercollodiumschicht von anhängender Silberlösung nass dem Lichte exponirt. Man nennt sein Verfahren daher das nasse. So präparirte nasse Platten trocknen jedoch binnen kurzer Zeit ein und werden dadurch unbrauchbar; sie müssen deshalb frisch verwendet werden. Um dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen und Platten zu erhalten, die dauerhaft sind, fertigte man sogenannte Trockenplatten an.

Das erste Trockenverfahren stammt von Abbé Desprats (1855). Es unterschied sich vom nassen Verfahren nur dadurch, dass die Platte nach dem Herausnehmen aus dem „Silberbade" mit destillirtem Wasser abgespült und dann getrocknet wurde. Da aber solche Platten sehr wenig empfindlich waren, suchte Desprats mit Erfolg die Empfindlichkeit derselben zu steigern, indem er dem Collodium etwas Harz zusetzte. Taupenot überzog zur Herstellung haltbarer Platten gewaschene Platten mit Eiweiss. Später fand man, dass es verschiedene Körper giebt, die im

Stande sind, die geringe Lichtempfindlichkeit gewaschener nasser Platten erheblich zu steigern, dahin gehören Tannin, Morphin; so entstanden der Tanninprocess von Russel, der Morphinprocess von Bartholomew u. a.

Einen erheblichen Fortschritt erfuhren die Collodiumtrockenprocesse durch die Untersuchungen Carey Lea's. Derselbe constatirte die verhältnissmässig grosse Empfindlichkeit des reinen trockenen Bromsilbers. Er fertigte Trockenplatten in sehr einfacher Weise durch Auflösen eines Brommetalles in Collodium und Versetzen desselben mit Silbersalz. Hierbei bildet sich Bromsilber, welches in der Flüssigkeit fein vertheilt bleibt und eine Emulsion bildet, die auf Glasplatten gegossen und gewaschen eine treffliche Trockenplatte liefert. Ganz besondere Förderung erlangte dieser Process durch die Entdeckung der alkalischen Entwicklung. Diese beruht in Anwendung einer alkalischen Pyrogallussäure (an Stelle der sauren im „nassen" Process), welche kräftiger als letztere das Bild bei der Entwicklung herausbringt. Nach Lea hat sich Stewart Wortley um die Cultivirung dieser Bromsilberemulsionsprocesse hervorgethan, ferner Bennet, Singer, Newton etc. Immerhin sind diese Collodiumtrockenplatten wenig empfindlich und wurden nur ausnahmsweise von Reisenden verwendet.

Grösseren Einfluss auf den Fortschritt der Photographie hatte die Vervollkommnung der Positivpapiere, auf welchen die in der Camera obscura erhaltenen negativen Bilder copirt werden. Nièpce de St. Victor überzog dieselben mit ein Chlorsalz enthaltendem Eiweiss und schuf dadurch eine sehr homogene lackartige Schicht, welche sehr brillante Bilder zu copiren erlaubt. Das an sich nicht lichtempfindliche Albuminpapier wurde durch Schwimmen lassen auf Silbernitratlösung, wobei sich Chlorsilber und Silberalbuminat bildet, lichtempfindlich gemacht. Collodium im negativen, Eiweisspapier oder wie es meist genannt wird „Albuminpapier" im positiven Process wurden die Hauptmaterialien in der modernen Photographie. Durch Vervollkommnung in der Herstellung der Chemikalien, durch Erkenntniss der physi-

kalisch-chemischen Processe, worauf die Photographie beruht, durch die Einführung neuer Linsen erlangte die junge Kunst ihre Entwicklung als Collodiumverfahren.

Der hohe Silberverbrauch in der Photographie, der bei dem durch Einführung der Visitenkarten erfolgten Aufschwunge des Geschäftes (1862) in die Millionen stieg, führte auf Versuche, zur Herstellung der gewöhnlichen photographischen Porträts billigere lichtempfindliche Materialien anzuwenden und zugleich dauerhafte Pigmente in die Photographie einzuführen. Beides erreichte man in dem sogenannten Kohle- oder Pigmentverfahren.

Schon 1855 nahm Poitevin ein Patent auf ein „Kohleverfahren". Er überzog Papier mit einer Mischung von doppelt chromsaurem Kali, Gelatine und feinvertheilter Kohle. Nach dem Trocknen wurde es unter einem Negativ exponirt und dann mit warmem Wasser abgespült. Das Wasser löst die vom Lichte nicht getroffenen Stellen und lässt die übrigen unverändert. Das Verfahren wurde später von Fargier, Swan, Johnson, Sawyer, erheblich vervollkommnet, so dass es jetzt ebenso schöne Resultate liefert, wie das Silbercopirverfahren, wenngleich der Process nicht ganz so einfach ist und die Bilder leicht mechanisch verletzbar sind.

Ausser dem Kohleverfahren sind noch eine Anzahl anderer Positivprocesse aufgetaucht. Dahin gehört die Urancopirmethode. Auf die Lichtempfindlichkeit der Uransalze hat zuerst Burnett hingewiesen (1857). Nièpce de St. Victor scheint unabhängig von Burnett (1858) dieselbe Beobachtung gemacht zu haben, was ihn veranlasste, das salpetersaure Uranoxyd im Copirverfahren zu verwenden, indem er Papier damit tränkte und unter einem Negativ belichtete. Der so erhaltene unsichtbare Abdruck wurde dann mittelst Schwimmenlassens auf einer Chlorgold- oder Silbernitratlösung entwickelt und getont. Nièpce's Uranverfahren ward durch de la Blanchère und Wothly in Aachen verbessert, ohne jedoch in die Praxis Eingang finden zu können, wobei der hohe Preis der Uransalze, der bei allgemeiner Verwendung höher steigen würde als der des Silbers, eine grosse Rolle spielt.

Ein lange Zeit wenig verwendetes Collodiumcopirverfahren hat Wharton Simpson 1865 empfohlen. Er setzte zuerst eine lösliche Chlorverbindung, z. B. Chlorcalcium, dem Collodium zu und setzte dann Silbernitratlösung zu. Dadurch entsteht eine Art Emulsion, indem das entstehende Chlorsilber vom Collodium in Suspension erhalten wird. Mit dieser Chlorsilbercollodium-Emulsion wird photographisches Rohpapier überzogen und getrocknet. Dieses wird neuerdings unter dem Namen Celloidinpapier im Grossen hergestellt. Es hat das lange Zeit fast ausschliesslich benutzte Albuminpapier weiter und weiter verdrängt, weil es empfindlicher als dieses und sehr einfach in der Behandlung ist.

Das Collodium-Negativverfahren herrschte über 25 Jahre. Nach und nach bildete sich aber ein anderes Verfahren aus. Der englische Arzt Maddox wies nach, dass die Collodiumlösung auch durch Gelatinelösung ersetzt werden könne, in welcher man Jodkalium oder Bromkalium auflöst. Einen besonderen Vortheil gewährte jedoch die Gelatine anscheinend nicht, die Gelatine wurde der Art benutzt, dass man Jodkalium oder Bromkalium in der Gelatinelösung auflöste und dann die entsprechenden Mengen von Silbernitratlösung unter Schütteln hineingoss. Es bildete sich dann in der dicken Flüssigkeit schwimmendes Jod- oder Bromsilber, welches sich nur schwer absetzt, Emulsion genannt.

Diese wurde auf horizontal gestellte Glasplatten (im Dunkeln) gegossen. Hier erstarrte die Lösung alsbald und konnte dann im strömenden Wasser die Schicht von den löslichen Salzen leicht befreit werden, worauf die Platten getrocknet wurden. Das Verfahren fand erst Aufmerksamkeit, als Bennett 1878 nachwies, dass Bromsilbergelatineemulsion in ihrer Empfindlichkeit ganz bedeutend durch längeres Erwärmen gesteigert wird, so dass es sogar die besten Collodiumplatten um das 10- bis 20fache an Empfindlichkeit übertrifft, Stuart Wortley wies nach, dass dasselbe durch Kochen der Bromsilberemulsion geschieht. Monckhoven erkannte, dass auch Zusatz von Ammoniak die Empfindlichkeit erheblich erhöht.

Dazu trat der Umstand, dass die gedachten Platten als Trockenplatten fabrikmässig dargestellt und in Folge ihrer Haltbarkeit in den Handel gebracht werden konnten. Alle diese Umstände wirkten zusammen, um in den Jahren 1878 bis 1880 eine totale Revolution in der Photographie hervorzubringen. Das Collodiumverfahren trat bei Seite. Es diente fortan wesentlich dem Reproductionsfach (Aufnahme von Zeichnungen und Karten) zu welchem Zwecke es auch jetzt noch der Billigkeit und Schönheit der damit erzielten Resultate wegen dem Bromsilbergelatineverfahren vorgezogen wird. Dagegen erlebte durch die Anwendung der Photographie in Wissenschaft, Kunst, Industrie und durch Einführung der Gelatinetrockenplatten das Liebhaberthum einen enormen Aufschwung, so dass die Photographie aufgehört hat, Fachkunst zu sein und von zahlreichen Liebhabern zum Vergnügen ausgeübt wird. Dieser Umschwung betraf zunächst nur den Negativprocess, der Positivprocess folgte den alten Pfaden. Auf die Forderung der Liebhaber hin schuf man haltbare Copirpapiere verschiedener Art (Chlorsilber-Collodium und -Gelatinepapier, Bromsilbergelatinepapier, Platinpapier etc.), die jetzt gleich den Trockenplatten einen grossen Fabrikationsartikel ausmachen. Deutschland ist für photographische Materialien ein Centralpunkt geworden.

Sämmtliche photographische Negativverfahren krankten aber noch an einem grossen Fehler. Die Platten waren nämlich nur für violettes und blaues Licht empfindlich, während rothes, grünes und gelbes Licht so gut wie wirkungslos blieb. Die Folge davon war die Unmöglichkeit, farbige Gegenstände in den richtigen Tonabstufungen wiederzugeben, so dass z. B. Gemäldeaufnahmen äusserst zeitraubende Retouche erforderten, um diesen Fehler auszugleichen. H. W. Vogel fand nun schon 1873, dass man photographische Platten für grünes, gelbes und rothes Licht empfindlich machen kann, wenn man die Schicht mit Farbstoffen, welche diese Strahlen absorbiren, färbt. Die so hergestellten „farbenempfindlichen“ Platten können sowohl Collodium- als auch Gelatineplatten sein. Farbenempfindliche Gelatineplatten sind fertig präpa-

rirt im Handel zu haben und werden im ausgedehnten Maasse zur Aufnahme von Landschaften und farbigen Originalen benutzt, während die farbenempfindlichen Collodiumplatten fast nur in Reproduktionsanstalten benutzt und vom Consumenten selbst präparirt werden.

Schon frühzeitig versuchte man Photographie mit Metalldruck- und Steindruckmethoden zu combiniren. N. Nièpce stellte bereits 1827 sogenannte „Heliographien" dar, indem er Metallplatten mit Asphaltlösung überzog und nach dem Trocknen unter einem Positiv oder Negativ copirte. Die vom Lichte getroffenen Stellen der Asphaltschicht verloren ihre Löslichkeit in Terpentinöl, so dass sie bei Behandlung der copirten Platte mit diesem stehen blieben, während sich an den unbelichteten Stellen die Asphaltschicht auflöste und das blanke Metall freigelegt wurde. Letzteres konnte dann durch Säuren angeätzt werden, während die von Asphalt bedeckten Stellen unbeeinflusst blieben.

Man erhielt so eine Tiefdruckplatte, wenn man unter einem Positiv copirte, dagegen eine Hochdruckplatte, welche sich zum Abdruck in der Buchdruckpresse eignet, wenn man die Asphaltplatte unter einem Negativ belichtete. Später suchte man Daguerreotypplatten in Druckplatten zu verwandeln. In dieser Richtung arbeiteten Donné, Berres, Grove, und mit relativ bestem Erfolge Fizeau. Letzterer entdeckte, dass eine Daguerreotypplatte ungleich von Königswasser angegriffen wird, am leichtesten in den Schatten des Bildes, am schwersten in den Lichtern. Es gelang ihm schon 1844, Daguerreotypbilder durch Aetzen zu vertiefen und dadurch eine abdruckbare Platte zu erhalten.

Die Herstellung druckfähiger photographischer Bilder erhielt mehr als durch die erwähnten Verfahren einen neuen Aufschwung durch Talbot's Versuche mit doppelt chromsaurem Kali, auf dessen Lichtempfindlichkeit Mungo Ponton bereits 1839 hingewiesen hatte. Talbot nahm 1852 ein Patent auf die Verwendung von doppelt chromsaurem Kali und Gelatine zum Herstellen geätzter Stahlplatten. Er constatirte, dass Gelatine, mit chromsaurem Kali gemischt,

im Lichte unlöslich wird. Metallplatten mit dieser Mischung überzogen und dem Lichte unter einem positiven Bilde aus-gesetzt, liefern ein positives gelbes Bild auf braunem Grunde; dieser braune Grund ist unlöslich und undurchlässig für Flüssigkeiten, während die gelben Stellen des positiven Bildes löslich sind. Letztere lassen Aetzflüssigkeiten, z. B. Salpetersäure, durch, erstere nicht. Uebergiesst man solche Platte mit Säure, so frisst diese die Platte an den gelben Stellen an, an den braunen nicht; so entsteht eine sogenannte Heliographie, das ist eine Tiefdruckplatte, die, gereinigt und mit Druckschwärze eingerieben, diese an den geätzten Stellen annimmt und beim Drucke an Papier wieder abgiebt. Das Verfahren mit welchem man auch Hochdruckplatten herstellen kann, wenn man die mit Chromgelatine überzogenen Platten statt unter einem Positiv unter einem Negativ be-lichtet, erinnert an Nièpce's Asphaltprocess, ist aber gegen 20- bis 30 mal empfindlicher als dieser.

Wie sich daraus ein Lichtätzungsverfahren für den Buchdruck (Autotypie, Lichtbuchdruck, in England halftone genannt) entwickelt hat, soll später gezeigt werden.

Talbot's Verfahren mit doppelt chromsaurem Kali und Gelatine wurde 1856 von Pretsch modificirt. Während Talbot die vom Lichte unveränderte Gelatine abwäscht, lässt Pretsch sie aufweichen und anschwellen. Da aber dabei die belichteten Stellen unverändert bleiben, so entsteht ein Reliefbild, von dem ein Gutta- oder Gypsabdruck gemacht wird. Diese Form wird graphitirt und dann auf galvano-plastischem Wege ein Kupferniederschlag erzeugt, der ganz dem ursprünglichen Gelatinebilde gleicht. Von dieser Kupfer-platte wird dann wieder ein galvanoplastischer Abdruck ge-nommen, der druckfähig gemacht werden kann. Pretsch nennt dieses Verfahren Photogalvanographie.

Diese Verfahren eignen sich nicht zu Wiedergabe von Halbtonen, sondern nur für Strichsachen, wie Federzeichnun-gen, Landkarten etc.

Die Wiedergabe homogener Halbtöne mittelst Metall-plattendrucks versuchte Woodbury 1865. Er benutzte

das reliefartige Bild, welches durch Copiren eines Negativs auf Chromgelatine entsteht, zur Erzeugung eines hydraulischen Abklatsches in Blei, der den Tönen und Halbtönen des Bildes entsprechend vertieft war und den er mit halbdurchsichtiger Gelatineschwärze abdruckte; dieser lieferte von den tiefsten Stellen die tiefsten Schwärzen, von den weniger tiefen die Halbtöne, und so entstand ein Bild völlig ähnlich den Photographien. Dieser Reliefdruck wurde in eigenthümlicher Weise modificirt. Um die Platte für fette Kupferduckschwärze geeignet zu machen, mischte Woodbury der Chromatgelatine Sand bei. Dieser wurde von den unlöslich gewordenen Stellen der Gelatine festgehalten und beim galvanoplastischen Abklatschen in Kupfer lieferten dieselben ein rauhes Relief, dessen Rauhheit, „Korn" genannt, es befähigte, fette Schwärze festzuhalten. So entstanden 1873 die sogenannten Photogravüren, um deren Vervollkommnung sich namentlich Rousselon (Director von Goupil u. Comp. in Paris) verdient gemacht hat; sie dienen in grossem Style zur Wiedergabe von Oelbildern. Klic in Wien erfand eine hochinteressante Modification dieses Verfahrens (Photogravüre mit Aetzung), welche das obige Verfahren zur Herstellung von Photogravüreplatten auf galvanoplastischem Wege fast vollständig verdrängt hat. Er überträgt eine unter einem Diapositiv copirte Pigmentcopie auf eine gekörnte Kupferplatte, d. i. eine Platte, welche mit feinem Asphaltpulver, welches nachher durch Anschmelzen befestigt wird, eingestaubt wurde.

Nach dem Trocknen des Pigmentbildes wird die Platte dann mit Eisenchloridlösung geätzt. Letztere dringt allmählich durch das reliefartige Pigmentbild. Sie wirkt zunächst an den dünnsten Stellen des Bildes, welche den Schatten entsprechen und dringt successiv durch die dickeren Stellen. Man erhält so eine Platte, welche in den Schatten, in denen die Aetzung zuerst begonnen hat, am tiefsten, weniger tief in den Mitteltönen und noch weniger tief in Lichtpartien ist. Nach Entfernung der Pigmentschicht und des Asphaltkorns ist die Platte druckfertig.

Neben dem photographischen Metalldruck entwickelte sich auch der photographische Steindruck. Davanne beobachtete, dass eine auf Stein aufgetragene, durch Licht unlöslich gewordene Asphaltschicht die Fähigkeit habe, fette Schwärze anzuziehen und festzuhalten und beim Druck wieder abzugeben, darauf basirt die Asphalt-Photolithographie. — Dr. Halleur fand Aehnliches bei einem mit lichtempfindlichem oxalsaurem Eisen präparirten 1853. Poitevin constatirte 1856 dasselbe Verhalten bei dem lichtempfindlichen Ueberguss von Chromatgelatine. Sein Verfahren wurde von Osborne, Toovey, Asser weiter ausgebildet und von James auf Zinkplatten verwendet, so entstand die Photozinkographie.

Tessié du Mothay stellte 1866 fest, dass die Gelatinechromatschicht allein ohne Stein- oder Zinkunterlage im Stande ist, nach der Belichtung unter einem Negativ Abdrücke in fetter Schwärze zu liefern. Diese Entdeckung wurde die Basis des Lichtdruckes, besser Lichtleimdruck genannt, der, von Jos. Albert in München eingeführt und durch Obernetter vervollkommnet, jetzt in Deutschland eine hohe Ausbildung erlangt hat. Der Lichtleimdruck liefert Bilder in den zartesten Halbtönen, die vollständig den Photographien gleichen.

Die Wiedergabe von Halbtönen, welche beim Photogravüre- und Lichtdruckverfahren ohne Schwierigkeiten von Statten geht, ist bei der Herstellung von Hochdruckplatten für die Buchdruckpresse nicht ohne Weiteres möglich. Copirt man ein Halbtonnegativ mit Asphalt oder Chromleim auf eine Zink- oder Kupferplatte, so gehen die Halbtöne bei der Entwicklung vollständig verloren, indem nur die den dunkelsten Stellen des Originals entsprechenden Theile, an denen die ganze Dicke der Schicht bis auf die Metallplatte unlöslich geworden ist, stehen bleiben, während an den übrigen Stellen, an denen das Licht nur oberflächlich gewirkt, die Schicht beim Entwickeln abschwimmt.

Um die Wiedergabe von Halbtönen durch Buchdruck zu ermöglichen, müssen dieselben zerlegt werden. Beim

Holzschnitt geschieht dies dadurch, dass der Holzschneider die Halbtöne in dickere oder dünnere Punkte oder Strichlagen auflöst, bei der photographischen Herstellung von Hochdruckclichés wird diese Zerlegung dagegen auf mechanischem Wege bei der Aufnahme des Negativs vorgenommen. Man setzt nämlich vor die lichtempfindliche Platte einen sogenannten „Raster“, d. i. eine Glasplatte, auf welcher sich ein System paralleler undurchsichtiger Linien befindet, welche mit einem zweiten Systeme ebenfalls paralleler undurchsichtiger Linien sich unter 90° kreuzen, so dass zwischen den ein Netz bildenden Liniensystemen feine, durchsichtige, quadratische Oeffnungen bleiben.

Das Licht kann also nur durch diese quadratischen Oeffnungen auf die photographische Platte wirken und erzeugt dort grössere oder kleinere Punkte, welche an den hellsten Stellen des Originales sehr gross, kleiner in den Mitteltönen und am kleinsten in den Schattenpartien sind [1]. Der Halbton wird also in dieser Weise in ein System kleinerer oder grösserer Punkte aufgelöst und die so hergestellten sogenannten Rasternegative können ohne Weiteres mit Asphalt, Chromleim etc. in derselben Weise wie Strichnegative

[1]) Das Zustandekommen von Punkten verschiedener Grösse durch die gleich grossen Rasteröffnungen ist folgendermaassen zu erklären. Jede Rasteröffnung wirkt als Lochkamera (siehe diese), d. h. sie projicirt auf die empfindliche Platte ein Bild der Blende des photographischen Objektivs. Dieses Blendenbild ist vignettirt, d. h. in der Mitte am hellsten und wird nach dem Rande zu allmählich dunkler. Zu der Helligkeit der Blendenbilder addirt sich nun die Helligkeit des Originals. An den den hellsten Partien des letzteren entsprechenden Stellen addirt sich viel Licht, so dass der vignetirte Punkt in seiner ganzen Ausdehnung entwicklungsfähig wird, in den weniger hellen Stellen ist dies in geringerem Grade der Fall, so dass kleinere Punkte entstehen und in den Schatten, welche nur sehr wenig Licht ausstrahlen, ist der Lichteindruck nur in der Mitte der Punkte ein genügender, so dass nur dieser entwicklungsfähig wird, sich also ganze kleine Punkte bilden. Es spielen hier noch complicirtere Erscheinungen, wie Beugung, Irradation etc., auf welche nicht näher eingegangen werden kann, eine Rolle.

auf Metall übertragen und hoch geätzt werden und man erhält so für die Buchdruckpresse geeignete Clichés. Dieses Verfahren wird jetzt unter dem Namen „Autotypie" in sehr ausgedehntem Maassstabe zur Illustration von Zeitschriften, Bücher etc. verwendet und hat in vielen Fällen den wesentlich theueren Holzschnitt vollständig verdrängt. Es ist zweifellos das wichtigste und am meisten angewendete photographische Druckverfahren.

Eingebrannte Photographien (Emaille- oder Porzellanbilder) sollen zuerst von Mayall dargestellt worden sein (1850). Der Erste aber, welcher bedeutende Erfolge in dieser Richtung aufzuweisen hatte, war Lafon de Camarsac in Paris (1855). Ihm folgte Joubert in England und Obernetter in München. Auch Leth in Wien und Grüne in Berlin haben sich einen wohlverdienten Ruf in diesem Zweige der Photographie erworben. Bei den meisten Verfahren zur Darstellung eingebrannter Bilder werden doppelt chromsaure Salze verwendet. Diese bilden mit Gummi gemengt auf Glas getragen eine klebrige Schicht, die, unter einem positiven Bilde belichtet, ihre Klebrigkeit verliert. Nur die Stellen, die durch die Striche des positiven Bildes vor Lichtwirkung geschützt sind, behalten ihre Klebrigkeit bei und nehmen darauf gestäubte Porzellanfarbe an.

Grüne's Substitutionsverfahren weicht davon ab; es gründet sich auf chemische Umwandlung eines Silberbildes in Bilder anderer Metalle, wovon später die Rede sein soll.

Schon in den frühesten Zeiten der Photographie hat man versucht, künstliches Licht von besonderer chemischer Wirksamkeit zu erzeugen und dieses anzuwenden zur Aufnahme des dunkelen Inneren von Grotten, Katakomben, Kirchen, Museen. Moule in London construirte zu diesem Zwecke eine Lampe, worin durch die Verbrennung von einem Gemenge aus Salpeter, Schwefelblumen und Schwefelantimon ein Licht erzeugt wird, welches sehr reich an chemischen Strahlen ist. Später bediente man sich aber statt dessen

nach Bunsen's Vorschlage (1859) des Magnesiumdrahtlichtes. Mit Hülfe des Magnesiumlichtes hat Piazzi Smith 1865 seine interessanten Aufnahmen im Inneren der grossen Pyramide gemacht.

Mit besserem Erfolge versuchte man elektrisches Licht, namentlich seitdem dasselbe von Centralanstalten billig geliefert wurde. Eine ganz neue Aera eröffneten aber Gädicke und Miethe der Photographie bei künstlichem Lichte durch Einführung explosibler Mischungen von Magnesiumpulver und Salpeter (resp. chlorsaurem Kali und Magnesiumpulver) im Jahre 1888. Diese explosiblen Mischungen, Blitzpulver genannt, explodiren momentan ($^1/_{50}$ Secunde), entwickeln dabei einen Glanz fast gleich dem Sonnenlichte, so dass sogar bei solchen Blitzen Momentaufnahmen möglich sind. Der nachfolgende Rauch ist unschädlich, ebenso das Zucken der Personen, da beide erst eintreten, wenn der Lichteindruck, der nach $^1/_{50}$ Secunde abläuft, vorbei ist.

Durch dieses Blitzpulver war das Problem der Photographie bei künstlichem Lichte in der einfachsten Weise gelöst. Später zeigte Piffard, dass man auch durch Durchblasen des einfachen Magnesiumpulvers durch eine Flamme einen wirksamen Magnesiumblitz erhalten könne. Jedoch ist dessen Brenndauer circa $^1/_5$ Secunde. H. Cohn in Breslau wies nach, wie hierbei eine sehr geringe Menge: $^1/_{20}$ g Magnesium, zu einer Aufnahme genügend sei. Man nannte das Licht zum Unterschiede vom Verpuffungslicht, Pustlicht (Blaselicht). Beide Methoden drangen bald in die allgemeine Praxis ein (Photographie bei Abendgesellschaften, Maskenbällen etc.), in der Reproductionsphotographie wird dagegen das elektrische Bogenlicht vorgezogen.

Eine ganz eigenartige Stellung nimmt die Photographie in Naturfarben ein. Seebeck in Jena nahm (s. Göthe's Farbenlehre II, 717) zuerst Spectralfarben auf Chlorsilber auf (1810). Seine Versuche wurden 1840 von Herschel erneuert und Becquerel erhielt 1848 das vollständige Spectrum auf einer Daguerreotypplatte; ja Nièpce de St. Victor machte nicht nur farbige Aufnahmen in der

Camera, sondern es gelang ihm sogar, das reine Schwarz auf seinen chlorirten Silberplatten wiederzugeben. Aber alle Bilder dieser Art sind unbeständig und können nur bei schwachem Lampenlicht betrachtet werden. Poitevin fertigte 1866 farbige Bilder auf Papier, es ist ihm aber nicht gelungen, dieselben zu fixiren.

Eine Erklärung dieser Erscheinungen durch Entstehung stehender Lichtwellen, welche innerhalb der Collodiumschicht regelmässig gelagerte Schichten erzeugen, lieferte Dr. Zencker 1868 (siehe dessen Photochromie, Berlin, Selbstverlag). Diese Schichten geben beim Eindringen und Reflexion weissen Lichtes Veranlassung zur Farbenbildung durch Interferenz. 1893 ist es Lippmann in Paris gelungen, solche farbige Lichtbilder zu erzeugen, die sich fixiren lassen. Die Ursache der Fixirbarkeit liegt in der Wahl eines anderen lichtempfindlichen Materiales.

Bei den älteren Experimenten wurde allgemein im Lichte gebräuntes Chlorsilber benutzt.

Sucht man aber das nach der Belichtung überflüssige braune „Silberchlorür“ aufzulösen, so zerfällt es nach der Gleichung:

$$Ag_2 Cl = Ag + Ag Cl.$$

Es schlägt sich somit pulveriges Silber in der Bildschicht nieder und zerstört natürlich die regelmässige Lagerung, welche zur Entstehung der Interferenz nach Dr. Zencker's Theorie nöthig ist.

Lippmann dagegen benutzt reines (oder durch Absorptionsmittel gefärbtes) Bromsilber, welches sich bei Behandeln mit einem Lösungsmittel (nach der Belichtung) glatt, ohne Zurücklassung von Silberpulver, auflöst, so dass die regelmässige Lagerung ungestört bleibt.

Leider ist das Verfahren Lippmann's sehr unsicher und sehr wenig empfindlich. Neuhaus erhielt unter 240 Photographien nach Lippmann's Methode nur zehn brauchbare und einen ganzen Sommer hindurch versagte bei ihm das Verfahren gänzlich. Dabei brauchte er Expositionen

(im Sommer) von mindestens einer Stunde. Ferner ist nicht zu verkennen, dass die gewonnenen farbigen Photographien erheblich von den Farben der Natur abweichen, dass sogar Anhauchen der farbigen Bilder auf Gelatine den Farbeneffect erheblich stört, so dass von einer naturwahren Farbenphotographie nicht die Rede sein kann (s. Vogel, Handb. d. Photogr., 4. Aufl., Bd. II, S. 241, Berlin, bei Gustav Schmidt; s. Valenta, Photographie in natürlichen Farben, Halle, bei Knapp, 1894).

Man hat nun das Problem der Photographie in Naturfarben auf indirectem Wege versucht und zwar mit Erfolg.

Man kann Naturfarbenbilder fertigen durch Aufnahmen mit Benutzung des Farbendruckprincipes und der damit möglichen Vervielfältigung, während für das alte Verfahren für jedes Bild eine neue Aufnahme nöthig ist.

Dieser zweite Weg wurde bereits von Clerk Maxwell in England 1861 vorgeschlagen; er verlangte die Herstellung dreier Aufnahmen nach demselben farbigen Gegenstande durch rothes, gelbes und blaues Glas. So sollten drei Negative entstehen, in denen einerseits nur die rothen, andererseits nur die blauen resp. gelben Strahlen der Natur gewirkt hätten. Hierbei ging Betreffender von der Brewster'schen Theorie von den einfachen Farben aus. Die nach seinem Vorschlage gewonnenen Negative sollten auf photolithographischen Stein copirt und die erhaltenen Steine in Gelb, Blau und Roth auf dasselbe Papier abgedruckt werden. Cros und Ducos du Hauron nahmen 1869 das Maxwell'sche Princip auf und glaubten es zu verbessern, indem sie an Stelle der Brewster'schen Grundfarben die Helmholtz'schen: Roth, Grün und Violett setzten; hierbei übersahen sie, dass diese Theorie nur für farbige Strahlen, nicht für Farbstoffe gültig ist und dass ihre farbigen Gläser (Strahlenfilter) die genannten farbigen Strahlen keineswegs rein durchliessen, sondern z. B. ihr violettes Glas eine Mischung von rothen und blauen Strahlen; dass endlich der Abdruck der gedachten Platten mit farbigen Pigmenten geschah, für welche die für Farbenstrahlen aufgestellten Gesetze nicht gültig sind.

Das Princip blieb aber schon deshalb nicht ausführbar, weil man 1869 roth- und gelbempfindliche photographische Platten noch nicht kannte.

Erst 1873 glückte H. W. Vogel die Darstellung solcher (s. S. 14), und nunmehr nahmen Cros, Ducos du Hauron in Frankreich, später Jos. Albert in München den Gedanken wieder auf, indem sie sich der nach diesem Principe „farbenempfindlich“ gemachten Platten bedienten. Albert benutzte statt der Lithographie den sogenannten Lichtdruck (besser Lichtleimdruck genannt, s. S. 18), bei welchem das photographische Negativ auf eine mit lichtempfindlichem chromirtem Leim bedeckte Glasplatte copirt wird. Diese zeigt dann ein Bild, welches wie jede lithographische Platte schwarz oder in Fettfarbe abdruckbar ist, indem merkwürdiger Weise nur die vom Lichte afficirten Stellen Fettfarbe annehmen.

Bei der Wahl der Abdruckfarbe ergaben sich aber Eigenthümlichkeiten. Man denke sich ein rothes, gelbes und blaues Quadrat auf weissem Grunde und nehme diese auf rothempfindlicher Platte auf, indem man zur Abschliessung der auch auf solche Platte wirksamen blauen Strahlen ein rothes Strahlenfilter, welches auch schwach Gelb durchlässt, einschaltet. Es wird dann das blaue Quadrat gar nicht wirken, das rothe dagegen sehr intensiv. Dieses wird also am undurchsichtigsten sein. Copirt man das gewonnene Negativ mit Hülfe des Lichtes auf eine Lichtleimdruckschicht (vergl. S. 18), so wird das blaue Feld, weil es am durchsichtigsten ist, das Licht am besten durchlassen, das rothe undurchsichtige am wenigsten. In Folge dessen wird unter dem blauen Quadrate die Lichtleimdruckplatte am stärksten afficirt werden. Würde man nun dieselbe mit rother Farbe einwalzen, so würde das Bild des blauen Quadrates die rothe Farbe am stärksten annehmen, das Bild des rothen Quadrates, welches sich am stärksten roth färben sollte, würde dagegen weiss bleiben. Cros und Ducos du Hauron kamen deshalb frühzeitig zu der Erkenntniss, dass zum Abdruck bewusster Platte nicht rothe Farbe, sondern die Complementärfarbe zu Roth genommen werden müsse.

Dies gilt auch für die übrigen Farben. In der That erhielt man dadurch eine Annäherung an die Naturfarbe, keineswegs aber die wirkliche Naturfarbe selbst.

Die Abweichungen waren unter allen Umständen der Art, dass die Bilder künstlerisch völlig werthlos wurden.

Es ist sehr leicht, subjectiv die Complementärfarbe für ein gegebenes farbiges Glas oder Pigment etc. herzustellen (Experiment mit Meyer's Ringen oder Racona Scina's farbigen Gläsern); die objective Nachahmung durch Pigmente ist aber eine äusserst schwierige, reinweg von dem Urtheile des Malers abhängige. Es ist ähnlich wie mit der farbigen Darstellung eines Spectrums. So nehmen wir zur Darstellung des Orange stets Mennige. Prüft man dieselbe aber spectroskopisch, so findet man, dass sie nicht orange, sondern auch dunkelrothe, gelbe, grüne und sogar blaue Strahlen zurückwirft. So gab auch die malerische Wiedergabe der Complementärfarben zu den farbigen Scheiben Ducos' und Albert's ein Durcheinander von Farbenstrahlen, das weit von der Natur abwich.

Diese Abweichungen beseitigte H. W. Vogel 1885 durch Aufstellung eines einfachen Gesetzes[1]). Jedes gewöhnliche (schwarze) photographische Bild wird bekanntlich mit Hülfe des Lichtes nach einer Negativplatte, auf welcher Schwarz nicht gewirkt hat, auf im Lichte schwarz werdendes Papier copirt. Analog braucht man für die Herstellung der gelben Copie bei dem Naturfarbenlichtdruckverfahren eine Negativplatte, auf welche Gelb nicht gewirkt, für die Herstellung in Roth eine Negativplatte, auf welche Roth nicht gewirkt hat. Kurz es stehen die Druckfarben und die auf das betreffende Negativ wirksamen Naturfarben in einem Gegensatz zu einander. Diese „gegensätzliche“ Pigmentfarbe zu finden, gelang Vogel in einfacher Weise. Zur Herstellung der oben erwähnten drei oder mehr farbenempfindlichen Platten (für die Aufnahme

[1]) Ein anderer Hauptfehler des Verfahrens von Ducos du Hauron und Albert ist Anwendung nur einer einzigen Schicht, die nicht einmal rothempfindlich war, für Aufnahme aller Strahlengattungen.

hinter rothem, gelbem oder blauem Glase) sind nämlich Färbungen betreffender Platten durch gewisse lichtempfindliche Farbstoffe nöthig, welche betreffendes rothes, gelbes, grünes oder blaues Licht absorbiren. Will man eine Platte rothempfindlich machen, so muss man ihr nach Vogel's 1873 aufgestelltem Principe einen Stoff zusetzen, welcher rothes Licht absorbirt, z. B. das Picratgrün oder Chlorophyll, also grüne Farbstoffe; will man sie orangegelbempfindlich machen, so muss man einen Stoff zusetzen, der orangegelb absorbirt, z. B. das blaue Cyanin. Nun ist jede Farbe aber genau complementär zu den Strahlen, welche sie absorbirt. Nach diesem 1885 a. a. O. und in den Berichten der Physikalischen Gesellschaft publicirten Principe war die Unsicherheit in der Auswahl der Complementärdruckfarbe für das oben gedachte Verfahren beseitigt.

Das für Orange durch Cyanin roth-gelb sensibilisirte Negativ musste somit auf Lichtdruckplatte copirt und diese mit Cyanin eingefärbt und abgedruckt werden. Ist dasselbe unecht, so kann es mit einer anderen echten blauen Farbe von gleicher Absorptionsfähigkeit vertauscht werden.

Hiermit war eine neue Grundlage gegeben, um die Willkür in der Wahl der „complementären“ Druckfarben zu beseitigen und der Naturwahrheit näher zu kommen [1]).

Wie Vogel schon 1885 a. a. O. betonte, bedarf das Princip noch einer Correctur in sofern, als der Sensibilisationsstreif eines Farbstoffes gegen den Absorptionsstreif etwas nach Roth verschoben ist. Ferner muss auch Rücksicht genommen werden auf die durch Strahlenfilter modificirte Absorption. Hier ist das Spectroskop der alleinige Führer.

Die ersten Versuche das Dreifarbendruckverfahren zur praktischen Herstellung von Farbendrucken zu benutzen, wurden, wie schon erwähnt, mittelst Lichtdruckes gemacht. Bald stellte es sich jedoch heraus, dass es nicht möglich war, eine grössere Auflage mit der für Farbendruck nöthigen

---

[1]) Vergl. Wied. Ann. **28**, 133.

Gleichmässigkeit zu drucken. Man erkannte bald, dass nur der Buchdruck zum Drucke grösserer gleichmässiger Auflagen brauchbar ist und stellte deshalb die Dreifarbendruckplatten in Autotypie her.

Jetzt wird das Dreifarbendruckverfahren für Buchdruck in Deutschland, England und Amerika seit 1893 ausgeübt. Eine grosse Menge der Art hergestellter „Dreifarbendrucke“ existiren im Handel als Beilagen illustrirter Zeitschriften; sie ähneln Aquarelldrucken, so dass sie gar nicht für Werke der Photographen gehalten werden. Die ersten Dreifarbenbuchdrucke wurden in New York von W. Kurtz und E. Vogel hergestellt. In Deutschland wurde das Verfahren von Georg Büxenstein u. Comp. in Berlin zuerst ausgeübt.

Neue „Erfinder“ der Farbenphotographie tauchen fast alljährlich auf.

Ihr Ziel ist z. Th. das Farbenverfahren nach obigem Principe auch für den Kleinbetrieb (Porträt), wo es nur auf Lieferung von wenigen Bildern ankommt, geeignet zu machen. Die Autoren benutzen dazu u. a. den Pigmentdruck, wie er von Ducos du Hauron schon vor 25 Jahren zu gleichem Zwecke angewendet wurde. Dieses Pigmentverfahren lässt sich nach Cros und Carpentier (1870) auch dahin modificiren, dass man die nach dem geschilderten Principe erhaltenen drei Pigmentbilder in besonderen Farbenlösungen (blau, gelb, roth) ausfärbt.

In dieser Weise kann man Dreifarbenpapierbilder und besonders Glasbilder herstellen, indem man die drei Bilder nach dem Färben abzieht und auf einer gemeinschaftlichen Unterlage in genauer Deckung befestigt.

Eine Modification des Dreifarbendruckverfahrens wurde von Ives erfunden. Ives stellt zunächst, wie im Dreifarbendruckverfahren, drei Negative her, von denen das eine durch blaues, das zweite durch grünes und das dritte durch rothes Glas aufgenommen wurde. Diese drei Negative werden dann auf Glasplatten copirt. Beleuchtet man nun jedes der so erhaltenen drei schwarzen Diapositive mit Licht von derselben Farbe, welche der bei der Aufnahme des zuge-

hörigen Negativs benutzte Filter durchliess (also das von dem unter blauem Glase aufgenommene Negativ hergestellte Diapositiv mit blauem Licht etc.) und bewirkt durch passend angebrachte Spiegel eine Vereinigung der drei Bilder, so erhält man ein, allerdings nur optisches, Bild in natürlichen Farben. Hierzu dient ein von Ives construirter einfacher Apparat, das sogenannte „Photochromoskop" das mit den dazugehörigen Diapositiven bereits im Handel zu haben ist.

Es erscheint zunächst auffallend, dass beim Photochromoskop das nach dem unter blauem Glase aufgenommenen Negativ hergestellte Diapositiv blau, das nach dem unter Rothglas aufgenommenen Negativ copirte Diapositiv roth und das nach dem unter Grünglas aufgenommenen Negativ copirte Diapositiv grün beleuchtet wird, denn im Dreifarbendruckverfahren ist es gerade umgekehrt, indem man zum Druck eine Complementärfarbe des Strahlenfilters benutzt. Also das unter rothem Glase aufgenommene Negativ z. B. blau abdruckt.

Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich leicht dadurch, dass beim Photochromoskop das Bild aus farbigen Strahlen zusammengesetzt ist, beim Dreifarbendruck dagegen aus Pigmentfarben. Zwischen Letzteren und farbigem Lichte ist ein enormer Unterschied. So giebt z. B. die Addition von grünem, rothem und blauem Lichte weisses Licht, während beim Uebereinanderdruck von grüner, rother und blauer Farbe Schwarz entsteht.

Die Photochromoskop-Bilder sind äusserst farbenprächtig. Der Effect ist namentlich im „Stereophotochromoskop" ein überraschender.

Gleichfalls als eine Modification des Dreifarbendruckverfahrens ist das Verfahren von Joly zu erwähnen. Derselbe nimmt auf einer für alle Farben empfindlichen Platte die Natur durch ein dreifarbiges Raster auf, indem rothe, gelbe und blaue Linien abwechseln, so erhält er ein schwarzes Negativ (statt dreier, wie im Dreifarbendruck), das er als transparentes Positiv auf Chlorsilber- resp. Bromsilberplatte copirt. Wo eine Farbenlinie, z. B. Roth, die Strahlen am stärksten durchgelassen hatte, wird die Linie im Negativ am

dicksten sein, im Positiv umgekehrt. Wird danach das Positiv an der Stelle der rothen Linie wieder mit rothen Linien gedeckt, so wird hinter denselben, in der Transparenz, z. B. im Laterna magica-Bilde, die Farbe Roth zur Wirkung gelangen. Es ist daraus ersichtlich, dass wenn man den farbigen Raster mit dem Positiv in der ursprünglichen Lage genau zusammenlegt, und mit Laterna magica projicirt, man wieder ein farbiges Bild erhält. Das Joly'sche Verfahren erlaubt in verhältnissmässig einfacher Weise die Herstellung farbiger Glasbilder, welche die Naturfarben mit ziemlicher Treue wiedergeben[1]). Seiner allgemeineren Anwendung steht der theure Preis der Raster entgegen, sowie der Umstand, dass die Rasterlinien sich namentlich bei Vergrösserung mit der Laterna magica recht störend bemerkbar machen.

Zur Herstellung von farbigen Bildern auf Papier ist dieses Verfahren nicht brauchbar.

Besonderes Aufsehen erregten 1897 farbige Bilder von Chassaigne-Paris, die als Naturfarbenphotographie ausgegeben und deren Herstellungsverfahren für hohe Summen in der alten und neuen Welt ausgeboten und auch gekauft wurde. Das Verfahren entpuppte sich schliesslich als ein Retouchirprocess mit Theerfarben, der mit der Photographie in natürlichen Farben absolut nichts zu thun hat.

Röntgenlicht-Photographie. Zu den neuesten und merkwürdigsten künstlichen Lichtarten gehört das Röntgenlicht, auch X-Strahlen genannt.

Lässt man durch eine Hittorf'sche Vacuumröhre oder einen genügend evacuirten Lenard'schen, Crookes'schen oder ähnlichen Apparat die Entladungen eines grösseren Ruhmkorff-Induktors gehen und bedeckt die Röhre mit einem ziemlich eng anliegenden Mantel aus dünnem, schwarzem Carton, so sieht man in dem vollständig verdunkelten Zimmer einen in die Nähe des Apparates gebrachten, mit Baryumplatincyanür angestrichenen Papierschirm bei jeder

---

[1]) Näheres über das Joly'sche Verfahren siehe Photogr. Mittheilungen XXXV. Berlin, bei Gustav Schmidt.

Entladung hell aufleuchten, fluoresciren, gleichgiltig ob die angestrichene oder die andere Seite des Schirmes dem Entladungsapparate zugewendet ist. Die Fluorescenz ist noch in 2 m Entfernung vom Apparate bemerkbar.

Das an dieser Erscheinung zunächst Auffallende ist, dass durch die schwarze Cartonhülse, welche keine sichtbaren oder ultravioletten Strahlen des Sonnen- oder des elektrischen Bogenlichtes durchlässt, ein Agens, Röntgen nennt es X-Strahlen, hindurchgeht, das im Stande ist, lebhafte Fluorescenz zu erzeugen.

Fast alle Körper sind für dasselbe durchlässig, aber in sehr verschiedenem Grade. Papier ist sehr durchlässig. Hinter einem eingebundenen Buche von circa 1000 Seiten sah Röntgen den Fluorescenzschirm noch deutlich leuchten; die Druckerschwärze bietet kein merkliches Hinderniss. Ebenso zeigt sich Fluorescenz hinter einem doppelten Whistspiele; eine einzelne Karte zwischen Apparat und Schirm gehalten macht sich dem Auge fast gar nicht bemerkbar. — Auch ein einfaches Blatt Stanniol ist kaum wahrzunehmen; erst nachdem mehrere Lagen über einander gelegt sind, sieht man ihren Schatten deutlich auf dem Schirme. — Dicke Holzblöcke sind noch durchlässig; zwei bis drei Centimeter dicke Bretter aus Tannenholz absorbiren nur sehr wenig. — Eine circa 15 mm dicke Aluminiumschicht schwächte die Wirkung recht beträchtlich, war aber nicht im Stande, die Fluorescenz ganz zum Verschwinden zu bringen. — Mehrere Centimeter dicke Hartgummischeiben lassen noch Strahlen hindurch. — Glasplatten gleicher Dicke verhalten sich verschieden, je nachdem sie bleihaltig sind (Flintglas) oder nicht; erstere sind viel weniger durchlässig als letztere. — Hält man die Hand zwischen den Entladungsapparat und den Schirm, so sieht man die dunkleren Schatten der Handknochen in dem nur wenig dunkeln Schattenbilde der Hand. — Wasser, Schwefelkohlenstoff und verschiedene andere Flüssigkeiten erweisen sich, in Glimmergefässen untersucht, als sehr durchlässig. — Hinter Platten aus Kupfer, resp. Silber, Blei, Gold, Platin ist die Fluor-

Fig. 1.

escenz noch deutlich zu erkennen, doch nur dann, wenn die Plattendicke nicht zu bedeutend ist. Platin von 0,2 mm Dicke ist noch durchlässig; die Silber- und Kupferplatten können schon stärker sein. Blei in 1,5 mm Dicke ist so gut wie undurchlässig und wurde deshalb häufig wegen dieser Eigenschaft verwendet. — Ein Holzstab mit quadratischem Querschnitt (20 × 20 mm), dessen eine Seite mit Bleifarbe weiss angestrichen ist, verhält sich verschieden, je nachdem er zwischen Apparat und Schirm gehalten wird; fast vollständig wirkungslos, wenn die X-Strahlen parallel der angestrichenen Seite durchgehen, entwirft der Stab einen dunkeln Schatten, wenn die Strahlen die Anstrichfarbe durchsetzen müssen. — In eine ähnliche Reihe, wie die Metalle, lassen sich ihre Salze, fest oder in Lösung, in Bezug auf ihre Durchlässigkeit ordnen.

Kalkspath ist beträchtlich weniger durchlässig als Glas, Aluminium und Quarz, die sich unter einander ziemlich gleich verhielten. Eine besonders starke Fluorescenz des Kalkspathes, namentlich im Vergleich zum Glase, hat Röntgen nicht bemerkt.

Von besonderer Bedeutung in mancher Hinsicht ist die Thatsache, dass photographische Trockenplatten sich als empfindlich für die X-Strahlen erwiesen haben. Man ist im Stande, manche Erscheinung zu fixiren, wodurch Täuschungen leichter ausgeschlossen werden.

Dabei kommt die Eigenschaft der Strahlen, fast ungehindert durch dünnere Holz-, Papier- und Stanniolschichten hindurchgehen zu können, sehr zu statten; man kann die Aufnahmen mit der in der Cassette, oder in einer Papierumhüllung eingeschlossenen photographischen Platte im beleuchteten Zimmer machen. Andererseits hat diese Eigenschaft auch zur Folge, dass man entwickelte Platten, nicht bloss durch die gebräuchliche Hülle aus Pappdeckel und Papier geschützt, längere Zeit in der Nähe des Entladungsapparates liegen lassen darf.

„Dass man mit Linsen die X-Strahlen nicht con-

centriren kann, ist nach dem Mitgetheilten selbstverständlich; eine grosse Hartgummilinse und eine Glaslinse erwiesen sich in der That als wirkungslos. Auch eine Reflexion der X-Strahlen findet nicht immer statt.

Für uns sind nur die photographischen Wirkungen von Bedeutung. Da das Licht nicht durch Linsen brechbar ist, so kann es sich nur um Schattenbilder (quasi Lichtpausen) handeln.

Fig. 2.

Ausgerenkter Arm.

Von Wichtigkeit bei Entstehung derselben ist die verschiedene Durchlässigkeit verschiedener Körper. Eine Hand auf eine in schwarzes Papier eingewickelte photographische Platte gedeckt, zeigt geringere Wirkung unter den weniger durchsichtigen Knochen, als unter dem durchsichtigen Fleische (Fig. 1). Noch undurchsichtiger erscheint der Ring.

Durch diese Thatsache wird das Röntgenlicht zu einem höchst wichtigen Untersuchungsmittel für das Innere des

menschlichen Körpers[1]) und dient zur Auffindung eingedrungener Substanzen, zur Feststellung von Knochenveränderungen (s. Fig. 2 u. Fig. 3, ausgerenkter und eingerenkter Arm) etc.

In dieser Einleitung haben wir ein Bild des Entwicklungsganges der Photographie gegeben. In den nachfolgenden Capiteln wollen wir nun die zur Ausübung der

Fig. 3.

Wieder eingerenkter Arm.

Photographie nöthigen Apparate und die Praxis der wichtigsten photographischen Verfahren kennen lernen.

[1]) Näheres über die Photographie mit Röntgenlicht siehe unter: Parzer Mühlbacher, Photographische Aufnahme mit Röntgenstrahlen durch Influenzmaschine, Berlin bei G. Schmidt. Prakticum der wissenschaftlichen Photographie, von Dr. Kayserling, ebend. Büttner und Müller, Technik und Verwerthung der Röntgenstrahlen, Halle bei Knapp.

II.

Die photographischen Apparate und Utensilien.

I. Photographische Optik und die photographischen Objective.

Mit Hülfe der chemischen Wirkung des Lichtes ist man zwar im Stande, eine Fläche zu schwärzen oder zu färben, aber ein Bild erzielt man damit noch nicht, solches entsteht erst durch Copiren eines vorhandenen Bildes auf photochemischem Wege. Hierzu bieten sich zwei Methoden dar.

1. Die Contactcopie. Man legt ein flaches, durchscheinendes Object, z. B. ein Baumblatt, auf eine lichtempfindliche Fläche, z. B. auf ein Stück mit Silbersalzen getränktes Papier, und presst es mittelst einer Glasscheibe fest an. Das Licht scheint durch die durchscheinenden Stellen hindurch und färbt das darunter liegende Papier schwarz, die dunkeln Stellen aber lassen das Licht nicht durch und an diesen bleibt das empfindliche Papier demnach weiss; auf diese Weise erhält man eine helle Copie auf dunkelm Grunde, ein negatives Bild. Diese Copirmethode ist jedoch nur für flache, zum Theil durchscheinende Gegenstände anwendbar, z. B. für Zeichnungen (Lichtpausverfahren), Pflanzenblätter, Glasdecorationen, Gewebe. Dasselbe Verfahren findet Verwendung in dem photographischen Positivprocesse. Das Positivbild wird durch Contactcopie unter einem Glasnegativ gefertigt.

2. Die Camera-Aufnahme. Diese besteht in der Erzeugung eines optischen Bildes von irgend einem beliebigen Gegenstande mit Hülfe der Camera obscura. An Stelle dieses optischen Bildes bringt man die lichtempfindliche Fläche, welche selbstverständlich von den hellsten Stellen des Bildes am stärksten afficirt wird. Dieses Verfahren erlaubt Bilder von jedem beliebigen Gegenstande, ebene wie körperliche, photographisch aufzunehmen. Zur Aufnahme gehören Materialien von besonderer Lichtempfindlichkeit, mit Rücksicht auf die oft geringe Helligkeit der Camerabilder.

Die Bilderzeugung durch Linsen beruht auf der Brechung des Lichtes. Brechung ist die Richtungsveränderung, die ein Strahl beim Uebergange von einem Medium in ein anderes erleidet. Fällt z. B. ein Strahl *n l* (Fig. 4) auf eine Wasserfläche, so geht er nicht in der ursprünglichen Richtung, sondern in der Richtung *n b* weiter. Errichtet man im Ein-

Fig. 4.

Fig. 5.

fallspunkte des Strahles *n* die Senkrechte *n d*, das Einfallsloth, so heisst bekanntlich der Winkel, den der auffallende Strahl mit demselben bildet, der Einfallswinkel (*i*), der Winkel, welchen der gebrochene Strahl *r* mit dem Einfallsloth bildet, der Brechungswinkel (Fig. 5). Für beide gelten folgende Gesetze:

1. Einfalls- und Brechungswinkel liegen in derselben Ebene.

2. **Der Sinus des Einfallswinkels steht zum Sinus des Brechungswinkels stets in einem constanten Verhältniss** (**Snellius'** Gesetz).

Dieses Verhältniss der Sinus der beiden Winkel $\frac{\sin. i}{\sin. r}$ bezeichnet man mit dem Namen **Brechungsexponent** oder **Brechungsindex**. Dieser ist z. B. für Wasser 1,336, für Crownglas 1,533, d. i. nahezu $^3/_2$, für Flintglas 1,639.

Fällt ein Lichtstrahl $n\,l$ auf eine ebene Glastafel (Fig. 5), so erleidet er eben solche Brechung, er geht in der Richtung $n\,n'$ weiter und der Sinus des Brechungswinkels bei n im Glase wird $^2/_3$ von dem des Einfallswinkels sein.

Beim Austritt aus der Glastafel auf der anderen Seite erfolgt abermals eine Brechung, jetzt ist aber der Sinus des Brechungswinkels bei n' in der Luft $^3/_2$ mal so gross als der Sinus des Winkels im Glase, und da der Winkel bei n im Glase gleich dem Winkel bei n' ist, so ist auch der Austrittswinkel von $l'\,n'$ so gross wie der Eintrittswinkel von $n\,l$, d. h. der Strahl geht nach der Brechung in der ursprünglichen Richtung weiter. Er erleidet höchstens eine Parallelverschiebung mit sich selber. Daher sehen wir durch unsere Fenster die Gegenstände in derselben Richtung, in welcher sie wirklich liegen.

Ganz anders ist das Verhältniss, wenn man durch ein dreikantiges Glas sieht. Ist das Auge bei o (Fig. 6), ein Gegenstand bei a und $c\,d$ ein dreikantiges Prisma, so sieht man den Gegenstand nicht bei a, sondern in der Richtung a'. Der auffallende Strahl $a\,d$ erleidet nämlich an der ersten Fläche des dreikantigen Glases eine Ablenkung in der Richtung $d\,c$, bei der Brechung an der zweiten Fläche abermals eine Ablenkung in der Richtung $a\,d$, beide Ablenkungen summiren sich.

Fig. 6.

Je grösser der Winkel x (Fig. 7) ist, welchen die beiden Glasflächen des Prismas mit einander machen, d. i. der sogenannte brechende Winkel des Prismas, durch welche der Strahl geht, desto grösser ist diese Ablenkung. So ist die Ablenkung bei dem Prisma *b* stärker als bei dem Prisma *c*, bei dem Prisma *a* stärker als bei dem Prisma *b*, weil der brechende Winkel x in *b* grösser ist als in *c*, in *a* grösser als in *b*.

Fig. 7.

Denkt man sich einen Glaskörper, der aus lauter einzelnen Prismenstücken (Fig. 8) verschiedener Winkel besteht, und denkt man sich ein Bündel paralleler Strahlen *abc* darauf fallend, so wird der Strahl *a* stärker gebrochen werden als der auf das spitzere Prisma fallende Strahl *b*, dieser wieder stärker als der auf das noch spitzere Prisma fallende Strahl *c*, und das Resultat ist, dass sämmtliche Strahlen in einem Punkte sich vereinigen.

Fig. 8.

Denkt man sich statt der Prismen eine zusammenhängende symmetrische Glasmasse, so bekommt man den Durchschnitt einer Convex-Linse, welche nach dem Dargestellten die Eigenschaft hat, alle parallel auffallenden Strahlen in einem Punkte zu vereinigen. (Vergl. Fig. 9.) Man nennt sie deshalb Sammellinse.

Jede Linse ist von zwei kugelförmigen Flächen begrenzt. Die Verbindungslinie, welche durch den Mittelpunkt der beiden Kugelflächen geht, nennt man die Achse der Linse, den Punkt F (Fig. 9 a. f. S.), in welchem die parallel

auffallenden Strahlen vereinigt werden, den Brennpunkt oder Focus, die Entfernung desselben von der Linse die Brennweite. Aber nicht nur die parallel der Achse auf-

Fig. 9.

fallenden, sondern überhaupt alle Strahlen, welche von einem einzigen Punkte auf der Achse ausgehen, werden durch die Brechung in einem Punkte auf der Achse vereinigt. Man nennt ihren Vereinigungspunkt den Bildpunkt.

Ein leuchtender Punkt *S* (Fig. 10) sendet z. B. einen Kegel von Strahlen auf die Linse. Diese werden nach der Brechung in *R* vereinigt. Rückt *S* der Linse näher, so rückt

Fig. 10.

R weiter ab, sückt *S* so nahe, dass es um die doppelte Brennweite von der Linse entfernt ist, so ist der Vereinigungspunkt *R* derselben ebenso weit von der Linse entfernt als *S*.

Steht statt des leuchtenden Punktes ein Gegenstand, z. B. ein Pfeil *AB* (Fig. 11), vor der Linse, so sendet jeder einzelne Punkt desselben einen Strahlenkegel auf die Linse, und alle Strahlen eines und desselben Kegels werden wiederum in einem Punkte vereinigt, die von *A* ausgehenden Strahlen in *a*, die von *B* ausgehenden in *b*, und das Resultat ist, dass in *ab* ein vollständiges verkleinertes, aber verkehrtes Bild des Pfeiles entsteht.

Rückt der Pfeil der Linse näher, so rückt sein Bild von der Linse weiter ab und wird grösser. Steht ein kleiner

Fig. 11.

Pfeil *a b* vor der Linse, so erzeugt dieser ein vergrössertes Bild *A B* hinter derselben.

Setzt man eine solche Linse *h* in einen Kasten *a* (Fig. 12) ein, stellt diesen einem Object (z. B. einem Menschen) gegenüber, das hell erleuchtet ist, so wird auf der

Fig. 12.

anderen Seite der Linse innerhalb des Kastens ein verkehrtes Bild von dem Menschen sichtbar sein, und am besten bemerkt man dieses, wenn man die Rückwand des Kastens durchscheinend macht und dieselbe genau an die Stelle des Bildes bringt. Zu dem Zwecke ist die Rückwand des Kastens aus einer matten Scheibe *g* gebildet, — sie sitzt an einem Auszuge *b*, so dass man sie der Linse

nähern oder von ihr entfernen kann. Man nennt dies Einstellen oder Scharfeinstellen. Zur genaueren Scharfeinstellung haben viele Linsen Zahn und Trieb hr. Die so erhaltene Vorrichtung nennt man Camera obscura; sie bildet die Hauptvorrichtung der Photographie zur Erzeugung optischer Bilder von körperlichen Gegenständen.

Zwischen der Brennweite einer Linse p, der Entfernung eines leuchtenden Punktes a und der Entfernung seines Bildes α von der Linse besteht folgende Relation:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a} \text{ oder } \alpha = \frac{ap}{a-p}.$$

Die Grösse p hängt ab von den Radien R und r der Kugelfläche, welche die Linse begrenzen und dem Brechungsindex n nach der Gleichung:

$$\frac{1}{p} = (n-1)\frac{1}{R} + \frac{1}{r}.$$

Alle Gegenstände, die über das Hundertfache der Brennweite entfernt sind, bilden sich fast genau im Brennpunkte ab; rücken sie näher, so rückt das Bild aus der Brennweite heraus; rücken sie bis in die Entfernung der doppelten Brennweite, so ist das Bild ebenfalls um die doppelte Brennweite entfernt, d. h. genau so weit wie der Gegenstand. Rückt der Gegenstand noch näher, so rückt sein Bild über die doppelte Brennweite hinaus und seine Entfernung wird grösser als die Entfernung des Gegenstandes. Die Grösse des Bildes richtet sich nach der Grösse des Gegenstandes und nach seiner Entfernung von der Linse. Ist dieselbe gleich a, der Abstand des Bildes gleich α, die Grösse des Gegenstandes gleich G, so ist die Bildgrösse:

$$B = \frac{\alpha}{a} G = \frac{p}{a-p} G.$$

Ist a sehr gross, so kann man p vernachlässigen, dann wird:

$$B = G\frac{p}{a},$$

d. h. die Bildgrössen B verhalten sich wie die Brennweiten p.

Je länger die Brennweite der Linse, desto grösser wird bei gleichbleibender Entfernung des Gegenstandes das Bild desselben.

Das Bild wird aber auch um so grösser, je kleiner a, d. h. je näher der Gegenstand rückt. Daher kann man mit derselben Linse grössere oder kleinere Bilder desselben Gegenstandes machen, je nachdem man den optischen Apparat nähert oder entfernt.

Ist der Gegenstand weiter entfernt als die doppelte Brennweite, so ist sein Bild kleiner als er selbst. Ist die Entfernung beider gleich, d. h. der Gegenstand in der doppelten Brennweite, so ist auch das Bild dem Gegenstande an Grösse gleich; rückt der Gegenstand noch näher, so erhält man vergrösserte Bilder.

Danach hat es den Anschein, als wenn man mit jeder Linse Bilder beliebiger Grösse aufnehmen könne; das ist jedoch nicht der Fall, insofern als jede Linse, gleich unserm Auge, nur ein beschränktes Feld auf einmal zu übersehen im Stande ist, welches man ihr Gesichtsfeld nennt. Geht man mit einem photographischen Apparate weit zurück, so erscheint z. B. die ganze Figur eines Menschen im Bilde; geht man näher heran, so wachsen die Dimensionen des Körpers, zugleich sieht man aber nicht mehr die ganze Figur, sondern nur ein Kniestück, bei noch grösserer Nähe nur ein Brustbild im Gesichtsfelde. Phototechniker benutzen daher, um von demselben Standpunkte Bilder verschiedener Grösse desselben Gegenstandes zu fertigen, Linsen verschiedener Brennweite.

Das Gesichtsfeld einer Linse von langer Brennweite ist bei sonst gleichem Radienverhältniss nicht grösser als eines von kurzer Brennweite.

Die Bilderzeugung durch Linsen geht jedoch unter folgenden Bedingungen regelmässig vor sich:

1. dass die Strahlen nahe bei der Achse der Linse einfallen,

2. dass sie nur kleine Winkel mit der Achse bilden, höchstens 3°,

3. dass sie einfarbig sind, d. h. alle denselben Brechungsindex besitzen.

Diesen Bedingungen kann bei mikroskopischen und teleskopischen Gläsern ziemlich gut Genüge geleistet werden, viel schwieriger aber bei photographischen. Bei diesen fallen die Strahlen oft entfernt von der Achse ein, sie bilden häufig sehr grosse Winkel (bis 45°) mit derselben und daraus ergiebt sich denn eine ganze Reihe von Linsenfehlern, die wir jetzt näher betrachten wollen.

1. Die sphärische Abweichung. Schraubt man eine einfache Linse (sogenannte Landschaftslinse) an eine Camera und nimmt alle daran befindlichen Blenden heraus, so sieht man ein Bild, welches in keiner Stellung der matten Scheibe absolut scharf zu erhalten ist, sondern immer trübe und verschwommen erscheint. Das Bild wird aber augenblicklich scharf, sobald man den Rand der Linse mit einer Scheibe, in deren Mitte ein Loch geschnitten ist, d. h. einer Blende, zudeckt. Die Ursache dieser Erscheinung ist die ungleiche Brechung, welche die Randstrahlen im Gegensatze zu den centralen Strahlen erleiden. Wir haben S. 36 erörtert, dass der Rand der Linse als ein Prisma von viel stärker brechendem Winkel betrachtet werden kann als die Mitte; da nun die Ablenkung, welche die Strahlen erleiden, mit dem brechenden Winkel eines Prismas wächst, so werden die Randstrahlen die Achse näher bei der Linse

Fig. 13.

schneiden als die centralen Strahlen. Der Focus der Randstrahlen wird z. B. in f_3 liegen, während der der centralen Strahlen sich in f_1 findet (s. Fig. 13).

Steht daher die matte Scheibe in f_1, so bilden die Randstrahlen, die sich in f_3 gekreuzt haben, einen Zerstreuungskreis. Der Durchmesser dieses Zerstreuungskreises heisst die transversale oder Breitenabweichung. Sie wächst im umgekehrten Verhältniss des Quadrates der Brennweite und im Verhältniss des Cubus des Durchmessers der Linse.

Man kann die sphärische Abweichung niemals ganz hinwegschaffen, sondern nur auf ein Minimum reduciren, 1) durch Einsetzen von Blenden, die zweckmässig den Rand der Linse *r*, welcher die fehlerhafte Brechung bewirkt, zudecken. Reducirt man dadurch z. B. die Oeffnung der Linse auf $^1/_4$, so ist die transversale Abweichung nach obiger Regel nur noch $(^1/_4)^3 = {^1/_{64}}$. Je enger die Blende, desto schärfer wird daher das Bild.

Wollte man aber die Blenden auf den Rand der Linse selbst decken, so würde dieser völlig unbrauchbar gemacht. Nun ist aber der Rand der Linse, der für parallel der Achse ankommende Strahlen nachtheilig wirkt, von ganz anderer Wirkung auf die schief zur Achse ankommenden Strahlen. Deckt man z. B. den Rand einer Linse zu bis auf den Theil *ab* (Fig. 14), welcher von dem Brennpunkte *f* aus

Fig. 14.

gesehen eine Oeffnung von 6° hat, so werden alle parallel der Achse *mf* gehenden Strahlen innerhalb dieser Oeffnung vollkommen in dem Brennpunkte *f* vereinigt werden. Denkt man sich aber ein Strahlenbündel *Sp*, welches schief auf die Linse fällt, so werden sämmtliche in gleicher Richtung auf-

fallende Strahlen zunächst an der Vorderfläche der Linse, welche hier plan gedacht ist, gebrochen werden. Die gebrochenen Strahlen *po'*, *bd'* sind unter sich parallel (denn da ihre Einfallswinkel alle gleich sind, müssen auch die Brechungswinkel gleich sein), es fallen alle parallelen Strahlenbündel auch parallel auf die Hinterfläche der Linse, und eben so gut, wie das parallele Bündel, welches gleichlaufend mit der Achse in die Linse tritt, innerhalb einer Oeffnung von 6° normal gebrochen wird, wird auch das Bündel paralleler Strahlen, welches parallel *po'* geht, innerhalb derselben Grenzen normal gebrochen werden. Sucht man demnach den Strahl heraus, welcher rückwärts verlängert durch den Mittelpunkt *m* der Glaskugelfläche gehen würde, d. i. *mo'*, so erhält man das Feld, welches für die schiefen Strahlen normal bricht, indem man *od* in den Zirkel nimmt und dieses von *o'* nach oben und unten abträgt; demnach erhält man das brauchbare Feld für die schiefen Strahlen *d' o' d'* und man ersieht daraus, dass der Linsenrand, welcher für die der Achse parallelen Strahlen nicht brauchbar ist, sich recht gut für schief auffallende Strahlen eignet.

Um ihn für diese Zwecke nutzbar zu machen, setzt man die Blende *BB* (Fig. 14) nicht dicht an die Linse, sondern entfernt sich um ein gewisses Stück davon. Man ersieht aus der Figur, dass in dieser Stellung die Blende die schiefen Strahlen abhält von dem Theile des Mittelfeldes, welcher für schiefe Strahlen nicht mehr correct bricht, während sie den mittleren Theil für der Achse parallel ankommende Strahlen vollständig frei lässt[1]).

So erhält man die sogenannte einfache photographische Landschaftslinse mit Vorderblende,

[1]) Die Details der photographischen Optik würden uns hier zu weit führen, wir verweisen für Specialstudien auf H. W. Vogel's Handbuch der Photographie, Bd. II. Berlin bei G. Schmidt. Ferner Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik, II. Band: Lehre vom Lichte. Von Prof. Pfaundler und Lummer. Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1897.

welche den Gegenständen immer ihre plane Fläche zukehrt. Noch vollkommener als solche plan convexe Linse wirkt die concav convexe Linse (Fig. 15), d. i. Dallmeyer's Landschaftslinse.

Fig. 15.

Ganz anders wird das Verhältniss, wenn eine planconvexe Linse ihre convexe Seite den Gegenständen zukehrt (Fig. 16). Denkt man sich von weit entfernten Gegenständen kommende, der Achse parallele und schiefe Strahlenbündel *S* auffallen, so ist es bei dieser Stellung der untere Linsentheil, welcher die von unten kommenden Strahlen

Fig. 16.

normal bricht und daher zum Anbringen der Blende hinter der Linse nöthigt (Fig. 16).

2. Die Bildwölbung. Die Brennweite, d. h. im vorliegenden Falle die Entfernung des Vereinigungspunktes der schiefen Strahlen f' o' von der Linsenfläche ist in allen Fällen gleich der Entfernung fo. Daraus folgt, dass das Bild eines Gegenstandes nicht auf einer Ebene, sondern auf einer gekrümmten Fläche liegt. Schiebt man daher die matte Scheibe einer Camera an den Punkt f' (Fig. 14), so ist die Mitte des Bildes scharf, schiebt man sie näher der Linse, so dass sie f' schneidet, so ist der Rand des Bildes scharf. Diesen Fehler nennt man Bildwölbung. Er ist

nicht völlig hinwegzuschaffen, sondern nur zu mildern. Dieses geschieht durch die Blenden. Denkt man sich ein breites Strahlenbündel auf eine Linse *ab* fallen, so bildet dieses bei der in Fig. 17 angegebenen Stellung der

Fig. 17.

matten Scheibe einen breiten Zerstreuungskreis *fg*. Verengert man aber das Strahlenbündel durch eine Blende bis auf den Durchmesser *cd*, so wird auch der Zerstreuungskreis schmäler und das Bild schärfer.

3. Die Verzeichnung. Aus Fig. 14 geht hervor, dass bei der angegebenen Stellung der Blende und Linse die Strahlen nach der Brechung dem Mittelpunkte *f* des Gesichtsfeldes genähert sind, d. h. die Strahlen bilden nach der Brechung einen kleineren Winkel mit der Achse als vorher.

Umgekehrt ist es im Falle 2, Fig. 15. Da werden die Strahlen nach der Brechung von dem Mittelpunkte *f* des Bildes entfernter sein, als wenn sie gerade fort gegangen wären. Die Abstände der Bildpunkte stehen daher nicht in dem Verhältnisse zu einander, als die Abstände entsprechender Punkte des Originals. Diesen Fehler nennt man Verzeichnung.

Stellt man mit einer einfachen Linse mit Vorderblende auf ein Quadrat *A* (Fig. 18) scharf ein, so erscheint das Bild in der Verzeichnung desselben nicht als Quadrat, sondern mit gekrümmten Seiten, fast wie eine Tonne (*B*). Die Linien sind nach auswärts gekrümmt. Nimmt man statt der Linse mit Vorderblende eine mit Hinterblende (Fig. 16), so ist die Krümmung die entgegengesetzte (*C*).

Diesen Fehler findet man bei allen einfachen Linsen, wenn auch nicht in gleichem Grade.

Diese Verzeichnung stört nur dann, wenn man Aufnahmen von Bauwerken oder anderen Objecten mit geraden

Fig. 18.

A B C

Linien zu machen hat. Bei Landschaften, wo gerade Linien in langer Ausdehnung nicht vorkommen, ist sie ohne Belang.

Vermeidung dieses Fehlers erzielt man durch Linsencombinationen. Man denke sich zwei Linsen *A* und *B* (Fig. 19) in gewisser Entfernung von einander, und zwischen beiden in der Mitte eine Blende *D*. Diese Blende wirkt in Bezug auf die erste Linse wie eine Hinterblende, sie erzeugt die Verzeichnung *C* (Fig. 18); in Bezug auf die zweite Linse wirkt sie dagegen wie eine Vorderblende, sie erzeugt dann die Verzeichnung *B*. Da beide Verzeichnungen entgegengesetzt sind, so heben sie sich gegenseitig auf, und das Resultat ist ein correctes Bild.

Fig. 19.

D A B f f' f' f

Solche Doppelobjective mit Centralblenden sind z. B. die Kugelobjective, Pantoskope, die von Steinheil berechneten Aplanate [1]) und die meisten neueren anastigmatischen Linsen (s. u). Die Porträtlinsen von Petzval sind ähnlich construirt, da aber die beiden Linsen ungleich sind,

[1]) Aplanate kommen auch unter anderen Bezeichnungen, wie Lynkeioskop (Görz) oder Euryskop (Voigtländer), in den Handel.

so bleibt noch eine merkliche Verzeichnung übrig. In den neueren Constructionen ist dieselbe meist beseitigt.

4. **Die chromatische Abweichung.** Weisses Licht erleidet beim Durchgange durch brechende Medien neben der Ablenkung noch eine Farbenzerstreuung, die daher rührt, dass das scheinbar einfache weisse Licht aus qualitativ verschiedenen Strahlen besteht, die sich einerseits durch die eigenthümliche Wirkung auf Chemikalien und die Netzhaut, andererseits durch ihre verschiedene Brechbarkeit unterscheiden. Roth ist die am schwächsten, Violett die am stärksten brechbare Farbe. Diese Farbenzerstreuung tritt am deutlichsten beim Gange des Lichtes durch ein Prisma hervor. Da nun eine Linse sich, wie wir S. 36 gezeigt haben, einem Prismensystem analog verhält, so tritt solche Farbenzerstreuung auch bei der Brechung des Lichtes durch Linsen ein, und da Violett stärker brechbar ist als Roth, so werden nach dem Durchgange durch die Linse die violetten Strahlen *vv* (Fig. 20) als die stärker gebrochenen sich in

Fig. 20.

einem der Linse näher liegenden Punkte schneiden, als die rothen *rr*. Fällt demnach ein Bündel der Achse paralleler weisser Strahlen auf die Linse, so werden dieselben nach der Brechung nicht in einem Punkte vereinigt werden, sondern je nach ihrer verschiedenen Brechbarkeit eine verschiedene Vereinigungsweite zeigen, die violetten die kürzeste, die rothen die längste, und statt eines einzigen leuchtenden Punktes, des Brennpunktes, welcher bei Anwendung einfarbigen Lichtes resultirt, wird man eine ganze Reihe verschiedenfarbiger Brennpunkte erhalten.

Den Unterschied zwischen den Brennweiten der rothen und violetten Strahlen nennt man die chromatische Abweichung.

Bringt man in den Brennpunkt der rothen Strahlen *r* eine matte Scheibe, so erhält man ein rothes Bild mit violettem Saume. Bringt man die Scheibe in den Brennpunkt der violetten Strahlen *v*, so erhält man ein violettes Bild mit rothem Saume. Diese farbigen Säume stören natürlich die Deutlichkeit der Bilder in hohem Grade und machen ein scharfes Einstellen überhaupt unmöglich. Linsen würden deshalb zur Erzeugung scharfer Bilder völlig ungeeignet sein, wenn wir nicht Mittel besässen, diese chromatische Abweichung zu corrigiren. Diese basiren auf der verschieden starken Farbenzerstreuung verschiedener Gläser.

Schleift man ein Prisma von Crownglas, welches einen Winkel von 20° hat, so giebt dieses eine ebenso grosse Farbenzerstreuung, wie ein Flintglasprisma von 9,7°. Legt man die beiden Prismen in verkehrter Lage auf einander, so hebt das eine Prisma die Farbenzerstreuung [1]) des anderen annähernd auf. Die Aufhebung ist keine vollständige, da z. B. die Zerstreuung der blauen Strahlen im Flintglase 2,19 mal so gross ist, als im Crownglase, die Zerstreuung der rothen dagegen ist nur 1,9 mal so gross. Die Ablenkung wird aber nicht aufgehoben, sondern nur vermindert, denn das Crownglasprisma lenkt das grüne Licht um 10,66° ab, das Flintglas nur um 6,22°. In verkehrter Lage wie in Fig. 21 combinirt, ist demnach die Ablenkung gleich der Differenz, d. i. 4,44°. Da man die Linsen aus Prismenelementen combinirt denken kann (S. 36), so folgt daraus, dass, wenn man eine Crownglaslinse *a* mit einer concaven Flintglaslinse *b* combinirt, wie in Fig. 22 (a. f. S.), man ein von Farbenzerstreuung freies Linsensystem bekommen wird.

Fig. 21.

[1]) Unter Farbenzerstreuung versteht man die Differenz der Ablenkungen zwischen zwei Strahlengattungen, z. B. Roth und Violett, Gelb und Indigo etc.

Absolut farbenfrei sind solche „achromatische“ Prismen- oder Linsencombinationen, welche nach diesem Systeme construirt sind, noch nicht.

Legt man ein Crown- und Flintglasprisma, die beide gleich lange Spectren geben, verkehrt zusammen, so decken sich genau genommen nur die Farben Roth und Violett, weniger vollkommen aber das Gelb und Indigo. Dieser Umstand schadet für optische Zwecke nicht, er ist aber sehr hinderlich für photographische. Indigo ist hier gerade die am stärksten chemisch wirkende, Gelb die am hellsten sichtbare Farbe für das Auge.

Fig. 22.

Wir stellen daher unbewusst auf Gelb ein. Dann liegt aber der Focus der chemischen Strahlen nicht auf der matten Scheibe und das Bild erscheint daher auf der empfindlichen Platte unscharf. Diesen Fehler nennt man Focusdifferenz.

Er ist bei älteren Linsen, die vor 1865 geschliffen wurden, sehr allgemein. Man vermied ihn, indem man Prismen- oder Linsencombinationen berechnete, bei denen die Strahlen Gelb und Dunkelblau (Sonnenlinien *D* und *G*) den gleichen Focus bekamen.

Alle besseren photographischen Linsen, einfache wie combinirte, bestehen aus solchen Achromaten.

Lichtstärke der Linsen. Die Lichtstärke einer Linse richtet sich nach der Quantität der Strahlen, welche sie aufzunehmen vermag, und diese ist offenbar ihrer Flächengrösse proportional; da aber die Grösse einer runden Fläche proportional dem Quadrate des Durchmessers wächst (bei der Linse Oeffnung genannt), so ist die Lichtstärke proportional dem Quadrate der Linsenöffnung.

Nun wird die aufgenommene Lichtmenge über das Bild verstreut, welches die Linse erzeugt. Je grösser dasselbe ist, über einen desto grösseren Raum vertheilt sich die Lichtmenge. Die Helligkeit des Bildes wird demnach der Flächen-

grösse des Bildes umgekehrt proportional sein. Da nun die Flächengrösse sich wie die des Quadrates des Bilddurchmessers und dieser wie das Quadrat der Brennweite verhält (S. 36), so folgt daraus, dass die Lichtstärke eines Linsenbildes abnimmt mit dem Quadrate der Brennweite. Die Helligkeit eines Bildes ist somit proportional dem Quadrate des Linsendurchmessers, umgekehrt proportional der Brennweite.

Nun kommt es oft darauf an, sehr helle Linsenbilder zu haben, um in möglichst kurzer Zeit eine Aufnahme machen zu können, z. B. bei unruhigen Objecten, wie Menschen. Hierzu bedarf man Linsen von möglichst grosser Oeffnung und möglichst kurzer Brennweite

Linsen dürften, wenn sie normal brechen sollen, von ihrem Brennpunkte aus gesehen, nur eine Oeffnung von 6^0 (S. 41) haben. Je grösser die Brennweite oder, wie man kurz sagt, der Focus, desto grösser kann demnach auch die Linse sein. So erhält man grosse Linsen, die jedoch, weil ihr Focus in demselben Verhältnisse wächst wie die Oeffnung, den Vortheil der Lichtstärke, den man durch Vergrösserung der Oeffnung erzielen wollte, nicht haben. Nun kann man aber den Focus einer Linse erheblich verkürzen, indem man zwei Linsen mit einander combinirt. Setzt man z. B. zwei Linsen mit der Brennweite p an einander, so erhält man ein System mit der Brennweite $\frac{p}{2}$; da nun die Lichtstärke umgekehrt proportional dem Quadrate der Brennweite wächst, so ist die Lichtstärke der Combination viermal so stark, als bei jeder einfachen Linse gleicher Oeffnung.

Dieses Princip führt zu der Construction lichtstarker Doppelobjective; das erste ist das von Petzval in Wien berechnete und von Voigtländer zuerst geschliffene System, das Porträtobjectiv, welches sich vor allen anderen durch Lichtstärke auszeichnet und deshalb für Aufnahmen, die in möglichst kurzer Zeit geschehen müssen, den Vorzug verdient.

Die Construction von Petzval's Combination ist in Fig. 23 (a. f. S.) dargestellt. Das vordere Linsenpaar A ist

achromatisch, convex-concav; beide Linsen verkittet. Das hintere Linsenpaar ist ebenfalls achromatisch und besteht aus zwei Linsen, die durch einen kleinen Zwischenraum getrennt sind; die innere Linse ist convex-concav, von Flintglas, die äussere von Crownglas, biconvex, mit der flachen Seite nach aussen gerichtet. Die Brennweite der hinteren Linsenpaare ist nahezu doppelt so lang, als die der vorderen.

Fig. 23.

A B

Die Blenden werden zwischen das vordere und hintere Linsenpaar durch einen Schlitz in der Verbindungsröhre eingeschoben. Ohne Blende geben die Objecte nur einen Theil des Gesichtsfeldes scharf. Gilt es rasche Aufnahmen (Kinder), so pflegt man auf den wichtigsten Theil (das Gesicht) scharf einzustellen und vernachlässigt die Haarschärfe der übrigen Theile. Kann die Exposition länger dauern, so schiebt man Blenden ein, um grössere Schärfe über das ganze Bild zu erzielen. Je kleiner die Blende, desto grösser wird die Schärfe bis in die Ecken des Bildes hinein.

Man hat sehr verschiedene Nummern von Porträtobjectiven, die aber alle nach dem genannten Schema construirt sind; sie unterscheiden sich nur durch die grössere oder geringere Brennweite der Einzellinsen, aus welchen sie zusammengesetzt sind, und durch die Entfernung derselben und die daraus resultirende Lichtstärke ihrer Bilder. Die mit kürzestem Focus haben die grösste Lichtstärke, geben aber nur ein verhältnissmässig kleines Feld scharf, sie leiden an starker Bildwölbung (S. 43). Die von längerem Focus sind lichtschwächer; aber sie geben ein grösseres Feld scharf.

Für praktischen Gebrauch empfehlen sich diejenigen Porträtobjective am meisten, bei welchen die Oeffnung sich zur Brennweite verhält wie 1 : 3 oder 1 : 4.

Ein Mangel der Porträtobjective ist der Umstand, dass sie nur ein bestimmtes, in einer Ebene liegendes Feld des

Gegenstandes scharf zeichnen, auf welches sie eben eingestellt sind (z. B. bei Porträts das Gesicht). Alle vorderen oder zurückliegenden Theile werden mehr oder weniger unscharf. Dieser „Mangel an Tiefe“, wie man gedachten Fehler bezeichnet, ist bei Objectiven von kleinerer Oeffnung geringer. Er stört bei Aufnahme anderer Gegenstände, wie Landschaften und Architekturen, wo man äusserste Schärfe über das ganze Bild verlangt, erheblich. Ebenso ist das geringe Gesichtsfeld der Porträtobjective für solche Aufnahmen von Nachtheil. Man hat deshalb noch andere Objectivsysteme construirt, die in Lichtstärke dem Porträtobjectiv nachstehen, es dafür aber in Gesichtsfeld, Ebenheit des Feldes und Schärfe bis zum Rande übertreffen.

Voigtländer und Sohn in Braunschweig, Steinheil in München und Zeiss in Jena haben recht lichtstarke Combinationen ganz anderer Art in den Handel gebracht (s. u.).

Petzval's Orthoskop und Dallmeyer's Triplet können als veraltet gelten. Steinheil lieferte bereits 1867 einen wirksamen Ersatz derselben, den Aplanat, der in Fig. 19 im Durchschnitt dargestellt ist, und der vielfach Nachahmung fand.

Der Aplanat von Steinheil besteht aus zwei Linsencombinationen, die symmetrisch zu einander liegen (s. Fig. 19). Jede besteht aus einer Linse von schwerem und einer von leichtem Flintglas. Oeffnung = $^1/_7$ der Brennweite, die Lichtstärke ist $^1/_5$ der eines Porträtobjectivs 1 : 3, Gesichtsfeld nahe 60^0.

Seit Einführung der Jenenser Gläser, welche in Mannigfaltigkeit die bisherigen optischen englischen und französischen Gläser weit überteffen, hat die photographische Optik einen bedeutenden Aufschwung erfahren. Man berechnete neue Constructionen mit Benutzung der Eigenschaften der gedachten Gläser, die in Bezug auf Lichtstärke oder grosse Winkel oder Freiheit von Verzeichnung besondere Vortheile aufweisen.

So schuf Steinheil nach seinem alten Aplanattypus (jetzt Serie III) noch verschiedene neue Serien, so z. B. Steinheil's Landschaftsaplanate (Serie IV), für Land-

schaftsaufnahmen, Architekturen und Reproductionen mit Vortheil anwendbar; wirksame Oeffnung $^1/_{12}$ bis $^1/_{15}$, also Lichtstärke etwa $^1/_4$ der Serie III; das Gesichtsfeld ist aber grösser, als das der Aplanate Serie III, so dass bei gleicher Plattengrösse bei einer correspondirenden Nummer der Aplanate noch Gegenstände am Rande ins scharfe Bild treffen, die bei Serie III nicht mehr erscheinen. Der Gesichtsfeldwinkel der Landschaftsaplanate ist etwa 75°; sie geben ein Bildfeld grösser als ihre Brennweite und nähern sich somit den sogenannten Weitwinkellinsen.

Fig. 24.

Ferner gehören hierher Steinheil's Weitwinkelaplanate (s. u.), die wir in einem besonderen Abschnitt besprechen.

Die Aplanate von Wächter (Friedenau-Berlin) und Suter (Basel) seien hier noch anerkennend erwähnt, ferner die Lynkeioskope von Goerz und Euryskope von Voigtländer, welches ebenfalls Aplanate sind.

Steinheil hat auch einen Landschafts-Linsen-Satz gefertigt, bestehend aus vier achromatischen Linsen von gleicher Oeffnung (23 mm), aber verschiedenen Brennweiten, in einen gemeinsamen mit Irisblende (welche sich durch Drehung des Kopfes beliebig verengert und erweitert, ähnlich der Pupille unseres Auges) versehenen Stutzen passend.

Durch Verwendung dieser vier Einzellinsen, sowie dreier Combinationen lässt sich von gleichem Standpunkte aus derselbe Gegenstand in sieben verschiedenen Grössen aufnehmen.

Ein anderer Typus Steinheil's sind seine Anti-

planete, bei welchen die Fehler der Vorderlinse durch die entgegengesetzten Fehler der Hinterlinse aufgehoben werden. Diese gestatten eine noch grössere Oeffnung als $^1/_7$ (alter Aplanat), und können in ihren lichtstärksten Nummern sogar zum Porträtiren dienen.

Voigtländer (Braunschweig) brachte unter dem Namen Euryskop einen modificirten Aplanat in verschiedenen Serien in den Handel.

Die lichtstärkste Serie III (Oeffnung = $^1/_4$ der Brennweite) reiht sich schon den Porträtobjectiven an (siehe S. 48). (Serie I und II zeigen die relative Oeffnung $\frac{f}{3}$ und $\frac{f}{4}$.) Dann führte Voigtländer noch die Serien IV, V und VI auf, die als Universalobjective gelten können. Sie unterscheiden sich durch die Lichtstärke und das Gesichtsfeld. IV weist eine Oeffnung $\frac{f}{5{,}6}$ auf. Gesichtsfeld 70°. V (Rapidweitwinkel), Oeffnung $\frac{f}{6}$, auch noch zu Gruppen geeignet, liefert bei kleinster Blende Bilder von etwa 80° (1,7*f*).

Serie VI bildet den Uebergang zu dem eigentlichen Weitwinkel.

Bei den älteren Objectiven blieb noch ein Objectivfehler unberücksichtigt, dessen Beseitigung zuerst Miethe anstrebte; das ist der Astigmatismus (Photographische Mittheilungen, Bd. XXV, S. 173. Berlin, Gustav Schmidt).

Eine Linse von grosser Oeffnung, z. B. eine Porträtlinse, giebt in der Mitte der matten Scheibe von irgend einem Objecte, z. B. Schrift, ein scharfes Bild, nahe dem Rande erhält man es aber nie absolut scharf. Der Grund liegt in dem Unterschiede des Einfallswinkels der einzelnen Strahlen eines schief auffallenden Strahlenbündels $S S' S$ (Fig. 25, a. f. S.). Der in d einfallende Strahl bildet, wie aus Fig. 25 ersichtlich ist, einen viel kleineren Winkel mit der Vorderfläche der Linse, als der oben bei c einfallende Strahl y. In Folge dessen wird der obere Strahl auch eine stärkere Brechung beim Passiren der zweiten Fläche erleiden als der

untere, und nach einem der Linse etwas näher liegenden Punkt *p* der Nebenachse *ox* gebrochen werden.

Fig. 25.

Man schlage um *o* einen Kreis *abcd* (Fig. 26) mit dem Radius *od*, der alle an der ersten Fläche ohne sphärische Abweichung eintretenden Strahlen des Bündels *SS'S* ein-

Fig. 26.

schliesst, so werden die Strahlen *Sc* und *Sd* die stärksten Differenzen in der Brechung zeigen. In Folge dessen wird sich auch in der Richtung des Hauptschnittes *cd* die stärkste Unschärfe bemerklich machen. Die Strahlen *Sa* und *Sb*

dagegen, welche in einem Horizontalschnitte *ab* liegen, fallen symmetrisch zu *o* ein, ihre Einfallswinkel an der zweiten Fläche sind dieselben, ihre Brechungsverhältnisse, also auch ihr Focus *f*, derselbe. Gehen die Strahlen *S* von einem (weit entfernt) gedachten Punkte aus, so wird sich im Bilde desselben nach oben und unten eine Unschärfe stark bemerklich machen, seitlich aber viel weniger stark. Das Bild des Punktes erscheint wie *x* rechts in Fig. 26. Diesen Fehler nennt man Astigmatismus (Mangel an Punktigkeit). Denkt man sich mehrere Punkte in senkrechter Richtung über einander, d. h. eine senkrechte Linie, so decken sich die Unschärfen und das Bild der senkrechten Linie *y* erscheint demnach scharf. Liegen die Punkte aber wagerecht neben einander, so zeigt jeder seine Unschärfe im Bilde selbstständig, und das Bild ist eine unscharfe Linie *z*.

Man ersieht daraus, dass senkrechte und wagerechte Linien sich in Folge des Astigmatismus ganz verschieden verhalten, und solches beobachtet man leicht, wenn man zwei sich senkrecht kreuzende Linien, deren Bild an den Rand des Gesichtsfeldes einer Linse fällt, scharf einzustellen sucht. Dr. Rudolph wies nach, dass der Astigmatismus abhängig sei von der Wölbung (siehe oben) der Bildfelder, von der Differenz der Brechungsindices der Crownflintlinsen (s. o. Achromasie), endlich vom Constructionstypus, dann, wie aus der Zeichnung hervorgeht, von der nutzbaren Oeffnung. Aus diesen Forschungen gingen Zeiss' unsymmetrische Anastigmate hervor.

Das Charakteristische dieser von Dr. P. Rudolph erfundenen Doublet-Construction besteht darin, dass die beiden aus unter sich verkitteten Linsen zusammengesetzten Glieder des Systems zwar einzeln achromatisirt sind, dabei jedoch der positive Theil (Sammellinse) in dem einen Gliede kleineren, in dem anderen Gliede dagegen grösseren Brechungsindex besitzt, als der damit verbundene negative Theil (Zerstreuungslinse).

Zeiss giebt verschiedene Serien heraus, deren Unter-

schied in der Lichtstärke beruht. Die Porträtserie I ist die lichtstärkste. Die Lichtstärke wird durch das Verhältniss vom Durchmesser der grössten Blende (Diaphragma) zur Focuslänge angegeben (s. o.), je grösser dieser Bruch ist, desto grösser ist die Lichtstärke der Linse. So ist der Bruch bei Serie I $\frac{1}{4{,}5}$, d. h. der Focus ist $4^1/_2$-mal so lang wie der grösste Blendendurchmesser.

Für den allgemeinen Gebrauch ist Serie II, Oeffnungsverhältniss $\frac{f}{6{,}3}$, empfehlenswerth (Gestalt und Durchschnitt Fig. 27).

Bei der hohen Empfindlichkeit der jetzigen photographischen Platten bedarf man solcher grossen Oeffnung $\left(\frac{f}{6{,}3}\right)$ im Sommer nicht einmal mehr für Momentaufnahmen, die Blendenöffnungen $\frac{f}{12}$ bis $\frac{f}{16}$ genügen dann vollkommen, und man erzielt damit grössere Schärfe am Rande. Im Winter freilich, wo das Licht bedeutend schlechter ist, wird man bei Momentaufnahmen besser mit Oeffnung $\frac{f}{6{,}3}$ arbeiten.

Fig. 27.

Serie II (s. Fig. 27) empfiehlt Zeiss als Universalobjectiv für Amateure. In Bezug auf seine Serie IIa, Oeffnung $\frac{1}{8}$ Focus und Serie III, Oeffnung $\frac{1}{9}$ Focus, verweisen wir auf Zeiss' Preisliste.

Ein symmetrischer Anastigmat wurde zuerst von Emil von Hoegh berechnet. Es ist dies der bekannte Goerz'sche Doppelanastigmat (s. Fig. 28), der bei einem Bildwinkel bis 72^0 die Freiheit von Astigmatismus

und Bildwölbung, von Verzeichnung etc. in bemerkenswerther Weise zeigt.

Zur Construction der Doppelanastigmate kommen drei Jenenser Glassorten zur Verwendung: ein schweres Baryum-

Fig. 28.

Silicat-Crown, ein Baryt-Leichtflint und ein weiches Silicat-Crown.

Goerz liefert zwei Serien von Doppelanastigmaten. Die lichtstärkere Serie mit der Oeffnung $\frac{f}{7,7}$. Ein Instrument der Art deckt drei Viertel der Focuslänge bei voller Oeffnung scharf. Die lichtschwächere Serie mit der Oeffnung $\frac{f}{11}$ ist speciell für Reproduction bestimmt.

Von ähnlichen symmetrischen anastigmatischen Constructionen erwähnen wir die Steinheil'schen Orthostigmate mit der Oeffnung $\frac{f}{7}$ und $\frac{f}{10}$, sowie die Voigtländer'schen Collineare mit der Oeffnung $\frac{f}{6,3}$ und $\frac{f}{10}$. Beide sind wie der Doppelanastigmat Objective von anerkennenswerther Leistungsfähigkeit.

Ein sehr lichtstarker symmetrischer Anastigmat ist das

von Dr. Rudolph construirte Planar. Dasselbe besteht aus vier getrennten Linsen (Fig. 29). Die Planare zeichnen sich ausser durch ihre grosse Lichtstärke durch präcise Schärfenzeichnung, sowie durch eine gute anastigmatische Bildebenung über ein Feld von relativ grosser Winkelausdehnung aus. Das Oeffnungsverhältniss variirt zwischen $^1/_{3,6}$ und $^1/_5$, das verfügbare Gesichtsfeld zwischen 62 und 72°.

Fig. 29.

Das Planar ist in seinen kleineren Brennweiten zu Vergrösserungen und starken Verkleinerungen, sowie für Projectionen, in seinen grösseren Brennweiten für alle Arten von Reproductionen geeignet.

Die jüngste Erscheinung auf optischem Gebiete ist Voigtländer's Tripel-Anastigmat (Fig. 30); dieser besteht aus drei einfachen dünnen Linsen, zwei biconvexen Linsen und einer biconcaven Linse derart, dass die vordere biconvexe und die darauf folgende biconcave Linse einander fast bis zur Berührung genähert sind, während zwischen dieser Combination und der einfachen biconvexen Hinterlinse die Blende angeordnet ist. Die Lichtabsorption im Glase ist gering. Die Glassorten sind farblos und durchsichtig, die biconvexen Linsen bestehen aus Baryumcrown, die biconcave Linse besteht aus einem äusserst leichten, farb-

Fig. 30.

losen Flintglas. Relative Oeffnung der kleinen Triplets $= \frac{f}{6,8}$, der grösseren $\frac{f}{7,7}$.

Weitwinkelinstrumente nennt man Objective von besonders breitem Gesichtsfelde. 80 bis 90°. Bildfeld im letzteren Falle gleich der doppelten Focuslänge.

Für Aufnahmen in engen Strassen und Innenräumen, wo man nicht weit genug zurückgehen kann, oder für Aufnahmen sehr breiter Ansichten, sind diese Weitwinkelinstrumente als Bedürfniss empfunden worden.

Man hat Winkel bis zu 110° erreicht, freilich auf Kosten der Lichtstärke und der Gefahr perspectivischer Uebertreibung[1]).

Busch's Pantoskop war das erste Instrument der Art, es erschien 1865 und ging im Gesichtswinkel bis 110°.

Steinheil's Weitwinkelaplanate (Fig. 31) haben ein Gesichtsfeld von etwa 100°. Ihre Lichtkraft (etwa $^1/_{10}$ des Aplanates) ist gering, die Tiefe, d. h. die Fähigkeit, Gegenstände in ungleicher Entfernung gleich scharf zu zeichnen, bedeutend.

Fig. 31.

Steinheil's Weitwinkelaplanate für Reproductionen (Serie VI) haben gleiche Lichtstärke, wie die Aplanate Serie V, und möglichst ähnliches Bild bei grösstmöglicher Schärfe und bedeutendem Gesichtsfelde, wodurch sich diese Construction zu Reproductionen von Karten, Bildern, Stichen etc. eignet.

Voigtländer fertigte später ein Weitwinkel-Euryskop, System VII, Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite = 1 : 11, Gesichtsfeld 93°. Goerz, Weitwinkel-Lynkeioskope 1 : 15 an.

[1]) H. W. Vogel, Photographische Kunstlehre, Capitel Perspective. Berlin, Gustav Schmidt.

Zeiss' Weitwinkelanastigmate haben die Oeffnung = 1 : 18. Die kleineren Nummern besitzen einen Bildwinkel von über 110°, und sind demnach im eigentlichen Sinne Weitwinkelsysteme. Die Lichtstärke genügt für alle Arten von Momentaufnahmen im Freien bei Sommer-Sonnenlicht.

Satzlinsen bestehen aus Einzellinsen, die man beliebig zusammenschrauben kann, um bald der einen Forderung (Helligkeit) oder der anderen (Weitwinkel etc.) zu genügen. So liefert Steinheil einen Satz von nur vier Linsen, der schon oben erwähnt wurde.

Fig. 32.

Zeiss construirte „Anastigmat-Satzlinsen" aus zwei Landschaftslinsen seiner Serie VI, die allein mit Vorderblende eine Oeffnung von $\frac{1}{14,5}$ und ein Feld von 85° geben.

Zwei von diesen einfachen Objectiven, an einem Rohrstücke vereinigt, ergeben einen anastigmatischen Aplanat, den „Satzanastigmat" (s. Fig. 32).

Die nutzbare relative Oeffnung der hier aufgeführten Combinationen beträgt $\frac{1}{8,5}$ bis $\frac{1}{6,9}$ der resultirenden Aequivalentbrennweite. Die Lichtstärke dieser Satzanastigmate genügt daher für fast alle Arten von Momentaufnahmen. Das Gesichtsfeld beträgt etwa 75°. Jeder Satzanastigmat stellt zwei, und wenn die Linsencomponenten nicht von gleicher Brennweite sind, drei verschiedene Brennweiten zur Verfügung.

Auch Steinheil, Voigtländer und Görz haben anastigmatische Objectivsätze construirt, welche in ihrer Leistungsfähigkeit dem Zeiss'schen gleichkommen.

Teleobjective (Fernlinsen) dienen zur Aufnahme entfernter Objecte. Man kann solche Aufnahmen auch mit

Linsen sehr langer Brennweite vornehmen. Diese erfordern aber eine Camera mit sehr langem Auszuge, die bei nicht sehr fester Unterlage und der nöthigen langen Exposition sehr leicht schwankt, namentlich im Winde.

Bei gleichem Cameraauszuge giebt das Teleobjectiv Bilder, welche 4- bis $5^1/_2$ mal so gross sind, wie die mit einem gewöhnlichen Objectiv aufgenommenen.

Steinheil's Fernobjectiv besteht aus einem photographischen Objectiv, z. B. einem Gruppenantiplanaten und einer Negativlinse (Fig. 33), welche durch Trieb ein-

Fig. 33.

ander genähert oder entfernt werden können. Sie zeichnet correct, d. h. ohne Krümmung der geraden Linien. Das Gesichtsfeld beträgt etwa 10°.

Man stellt mit voller Oeffnung ein, so dass man zunächst bei beliebigem Cameraauszuge mittelst Verstellung des Triebes *T* die grösstmöglichste Bildschärfe sucht; ist der Maassstab noch so klein, so vergrössert man den Cameraauszug und stellt hierauf wieder mittelst des Triebes scharf ein. Es kann alsdann sowohl das Objectiv, als auch das Vergrösserungssystem (letzteres bei *B*) beliebig abgeblendet werden.

Die Expositionszeit beträgt bei günstigen Verhältnissen nur Bruchtheile von Secunden. Momentaufnahmen können freilich nur in den günstigsten Fällen und bei Anwendung nicht zu starker Vergrösserung hergestellt werden. Zu berücksichtigen ist ausserdem noch der Umstand, dass bei

Aufnahme mit starker Vergrösserung häufig der Einfluss der ungleich erwärmten, unruhigen Luft störend auf die Schärfe der Bilder einwirkt.

Die Grösse des scharfen Bildes ist dem Product aus Vergrösserungsverhältniss und Linsendurchmesser des angewandten Vergrösserungssystems, bezw. des Objectivs ungefähr gleich, so dass z. B. eine Fernaufnahme mit Gruppenantiplanat 17 mm bei dreimaliger Vergrösserung ein rundes scharfes Bild etwa 3 × 17 — 51 mm Durchmesser ergiebt.

Verfasser erhielt mit Gruppenantiplanet von 22 mm Durchmesser bei etwa siebenfacher Vergrösserung Platte 13 × 18 scharf.

Einen interessanten Vergleich zwischen den Leistungen gewöhnlicher und Fernlinsen gewährt die Fig. 34, welche von demselben Standpunkte und zwar einer Entfernung von 2,5 km mit gewöhnlichem und Fernobjectiv aus aufgenommen.

Herr Regierungs-Baumeister Prof. Raschdorff giebt der Steinheil'schen Fernlinse den Vorzug vor allen anderen. (Photogr. Mittheilungen, Berlin bei Gustav Schmidt, 1894, Juniheft II.)

Zeiss' Teleobjectiv besteht wie das Steinheil'sche aus den zwei optischen Hauptbestandtheilen: dem positiven Elemente, d. h. einer Linse von positiver Brennweite (Sammellinse) und dem negativen Elemente, d. h. einer Linse von negativer Brennweite (Zerstreuungslinse).

Das negative Element besitzt eine kürzere Brennweite als das positive Element und beide Systeme befinden sich in variabler Entfernung von einander, welche etwa dem Unterschiede der Brennweiten der beiden Linsen gleichkommt.

Als positives Element kann jedes gute, lichtstarke photographische Objectiv benutzt werden. Zeiss empfiehlt aber wegen der Lichtstärke jetzt ein einfaches, zu seinem Zwecke extra berechnetes Objectiv (s. *a* der Abbildung).

Diese neue Fernlinse (Fig. 35 u. 36, s. S. 66) besteht aus einer positiven Linse (*a*), die aus vier Einzellinsen zusammen-

Fig. 34.

Aufnahme desselben Objects mit Steinheil's Gruppenantiplanet
und Steinheil's Fernobjectiv.

Fig. 35.

Zeiss' neues Fernobjectiv mit Momentverschluss (Aussenansicht).

Fig. 36.

Zeiss' neues Fernobjectiv (Durchschnitt).

Sowohl in Aussenansicht als im Durchschnitt in halber Naturgrösse. Man erkennt in *a*, Fig. 36, die positive Linse, wie in *b* die negative (Hinterlinse), zwischen denen Zeiss den Momentverschluss anbringt.

gekittet ist, und einer negativen (*b*) Fig. 36 (a. v. S.); beide Linsen lassen sich mit Trieb von einander entfernen. Eine Scala dient zur Ablesung der Entfernung. Bei verschiedenen Auszügen resultiren verschiedene Brennweiten. Das Instrument ist mit Erfolg nicht bloss für Frei-, sondern auch für Atelieraufnahmen angewandt worden (Photogr. Mitth., Berlin bei Gustav Schmidt, December 1896, Heft I). Je näher sich die Linsen stehen, desto kürzer ist die Brennweite [1]).

Auswahl passender photographischer Objective.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit von Zwecken, welchen die photographischen Linsen dienen sollen, und der Mannigfaltigkeit der vorliegenden Instrumente, die sich durch Oeffnung, Focuslänge, Bildwinkel, Schärfe bei gewissen Blenden etc. unterscheiden, wird es dem Unkundigen in der That sehr schwer, sich für die Anschaffung eines bestimmten Objectivs zu entscheiden, namentlich wenn dasselbe, wie es z. B. von Amateuren gewünscht wird, zu verschiedenen Zwecken anwendbar sein soll.

Erleichtert wird die Auswahl allerdings dadurch, dass die optischen Preislisten jetzt meist sehr genaue und zuverlässige Angaben über die Eigenschaften der Objective und die Plattengrössen, für welche sie bestimmt sind, enthalten.

Sicher ist, dass eine Linse nicht allen Anforderungen gerecht werden kann. Verlangt man Lichtstärke, so wird man am Gesichtsfelde mehr oder weniger opfern müssen, verlangt man letzteres, so opfert man am ersteren.

Bezüglich der Auswahl von Objectiven für specielle Zwecke, wie Porträtaufnahmen und Reproductionen, müssen wir auf diese Preislisten verweisen, hier wollen wir nur einige Winke für Anschaffung von Objectiven für Amateure geben.

---

[1]) Näheres über Fernobjective und Fernaufnahmen siehe Hans Schmidt, Das Fernobjectiv. Verlag von Gustav Schmidt, vorm. R. Oppenheim. Berlin.

Es empfiehlt sich für solche im Allgemeinen die Anschaffung zweier Objective, von denen das eine eine Brennweite gleich der ganzen Plattenlänge (jedenfalls aber nicht wesentlich kürzer), das andere eine solche möglichst gleich der halben Plattenlänge hat. Ersteres umfasst einen Winkel von ungefähr 60°, letzteres einen Winkel von ungefähr 90°. Für die meisten Aufnahmen benutzt man das Objectiv mit der Brennweite gleich der Plattenlänge, das zweite Objectiv mit der Brennweite gleich der halben Plattenlänge dient als Weitwinkelobjectiv und tritt nur in Ausnahmefällen in Verwendung, z. B. wenn es sich um Aufnahmen handelt, bei denen das andere Objectiv ein zu kleines Gesichtsfeld hat.

Vortheilhaft ist in manchen Fällen ausserdem ein Objectiv von einer Brennweite etwas grösser als die Plattenlänge. Man benutzt dasselbe zu Aufnahmen entfernter Gegenstände, die dann grösser erscheinen, sowie zu Momentaufnahmen. Bei letzteren hat es den Vortheil, dass man zur Erreichung der Randschärfe weniger stark abzublenden braucht.

Wer sich nur ein Objectiv anschaffen will, wähle ein solches, welches eine Brennweite annähernd gleich der Plattenlänge (jedenfalls aber nicht kürzer), für welches es bestimmt ist, hat; dieses Objectiv reicht in den bei weitem meisten Fällen aus, nur bei Aufnahmen, bei denen man nur kurzen Abstand nehmen kann (Architekturen), umfasst dasselbe einen zu kleinen Gesichtswinkel.

II. Momentverschlüsse. Um kurze Expositionen ausführen zu können, bei denen es sich oft um sehr kleine Bruchtheile einer Secunde handelt, bedarf man sogenannter Momentverschlüsse.

Diese Momentverschlüsse können vor oder hinter dem Objective oder bei Doppelobjectiven auch zwischen beiden Linsen an Stelle der Blenden angebracht werden.

Der einfachste Verschluss, welchen H. W. Vogel vorgeschlagen hat, besteht aus einem Stück schwarzer Pappe

(*P*), in welches ein Schlitz (*S*) geschnitten ist. Diese Pappe ist mittelst eines Stückes lichtdichten schwarzen Stoffes mit Reissstiften an dem Vordertheil der Camera befestigt (s. Fig. 37). Um mit diesem Verschluss eine Aufnahme zu machen, hält man den unteren Theil der Pappe dicht vor das Objectiv, nimmt hierauf den Deckel ab, so dass das Objectiv nur noch mit der Pappe bedeckt ist und bewegt dann die Pappe schnell nach unten, so dass der Schlitz an dem Objective (*O*) vorbeigeht und letzteres durch den schwarzen Stoff wieder bedeckt wird. Man hat es bei diesem Verschluss, der ausser seiner Einfachheit und Billigkeit auch noch den Vortheil hat, dass er nicht wie complicirtere Verschlüsse in Unordnung kommen kann, in der Hand, beliebig lange Belichtungen, bis zu ungefähr $^1/_{40}$ Secunde, vorzunehmen.

Fig. 37.

Von den zahlreichen im Handel befindlichen Verschlüssen wollen wir hier einige der gebräuchlichsten kurz erwähnen.

Ein dem Vogel'schen Verschlusse ähnlicher Verschluss ist der sogenannte Fallbrettverschluss (Fig. 38). Derselbe besteht aus einem mit Ausschnitt versehenen Brette (*B*), welches in einer am Objective angebrachten Führung (*F*) beweglich ist. Bei weniger kurzen Momentaufnahmen lässt man dieses Brett durch seine Schwere an dem Objective vorbei fallen, handelt es sich dagegen um kürzere Belichtungen, so beschleunigt man die Geschwindigkeit des Fallbrettes

Fig. 38.

durch Gummischnüre. Die Auslösung dieses Verschlusses erfolgt meist auf pneumatischem Wege, d. h. durch Druck auf einen Gummiball *G*, welcher durch einen Schlauch mit einem zweiten Gummiball in Verbindung steht. Letzterer dehnt sich dann aus und drückt einen Sperrhebel (*S*) bei Seite, worauf das Fallbrett am Objective vorbeifällt.

Sehr beliebt sind auch die rotirenden Momentverschlüsse. Dieselben werden, da sie wenig Platz einnehmen, besonders häufig bei kleinen Momentapparaten angebracht. Diese Verschlüsse bestehen im Wesentlichen aus einer um ihren Mittelpunkt drehbaren, geschwärzten Blechscheibe (s. Fig. 39) mit einem Ausschnitt (*A*), welcher durch Federkraft am Objective (*O*), welches in der Figur durch Punkte angedeutet ist, vorbeigeschnellt wird. Die Auslösung dieser rotirenden Verschlüsse erfolgt meist durch einen Sperrhebel, welcher mit der Hand bei Seite gedrückt wird.

Fig. 39.

Von theureren Momentverschlüssen seien hier noch die sehr exact gearbeiteten Irisblenden- oder Sectoren-Verschlüsse von Zeiss, Voigtländer und Görz erwähnt. Diese Verschlüsse arbeiten in der Blendenebene und sind in einer Fassung angebracht, in welche die Linsen des Objectivs eingeschraubt werden. Die Belichtung erfolgt hier durch Sectoren, welche in Form einer Irisblende angeordnet sind und sich durch Druck auf einen Gummiball öffnen und schliessen. Die Irisblendenverschlüsse sind mit einer Vorrichtung zum Reguliren der Geschwindigkeit versehen und können auch für Zeitaufnahmen benutzt werden.

Fig. 40 (a. f. S.) zeigt den Görz'schen Sectoren-Verschluss in Seiten- und Vorderansicht. Durch Drehen des Knopfes *a* auf *M* oder *Z* wird der Verschluss für Moment- oder Zeitaufnahmen eingestellt. Der Schieber *d* dient zum Aufziehen des Verschlusses, die Scheibe *C* zum Reguliren der Geschwindigkeit und Scheibe *b* zur Veränderung der Blendenöffnung.

Sämmtliche Irisblenden-Verschlüsse zeichnen sich durch sehr ruhigen Gang aus und haben ausserdem noch den Vor-

Fig. 40.

theil, dass beim Spannen des Verschlusses das Objectiv nicht geöffnet wird.

Eine jetzt häufig benutzte Art von Momentverschlüssen sind die sogenannten Jalousie-Verschlüsse.

Dieselben werden unmittelbar vor der empfindlichen Platte angebracht und bestehen aus einer Jalousie aus schwarzem, lichtdichtem Stoff, in welcher ein verstellbarer Schlitz angebracht ist (s. Fig. 41). Durch Federkraft wird dieser Schlitz an der lichtempfindlichen Platte vorbeigerollt und bewirkt so die Belichtung derselben.

Fig. 41.

Die Jalousie-Verschlüsse sind dann unentbehrlich, wenn es sich um Aufnahme sehr schnell bewegter Gegenstände handelt,

da man die Geschwindigkeit des Verschlusses bis zu $^1/_{1000}$ Secunde steigern kann, während bei den Momentverschlüssen anderer Construction $^1/_{600}$ Secunde wohl die höchste erreichbare Geschwindigkeit sein dürfte. Ein weiterer Vortheil der Jalousie-Verschlüsse ist, dass während der ganzen Dauer der Belichtung die volle Oeffnung des Objectivs zur Wirkung gelangt, was bei allen anderen Momentverschlüssen nicht der Fall ist.

Empfehlenswerthe Jalousie-Verschlüsse werden besonders von **Görz-Anschütz**, sowie von **Stegemann** fabricirt.

III. Photographische Cameras. Die bereits S. 37 erwähnte photographische Camera hat im Laufe der Zeit mannigfache Veränderungen erfahren, im Principe bleibt sie freilich ein dunkeler Kasten *A*, Fig. 42, in dem sich ein anderer

Fig. 42.

Kasten *B* luftdicht vorschiebt. Der Kasten *A* trägt vorn die Linse *l*, die, wie aus Obigem hervorgeht, sehr verschiedener Construction sein kann. Der verschiebbare Theil *B* trägt hinten eine matte Scheibe *sp*, die weggenommen und durch eine lichtdichte Kassette mit einer lichtempfindlichen Platte vertauscht werden kann. Bei den modernen Trockenplattenapparaten bedient man sich zumeist einer Kassette mit zwei Platten (Doppelkassetten, Fig. 43 a. f. S.). Sind diese eingelegt, so wird der Schieber herausgezogen und dadurch die Platte für die Strahlen des Objectivs freigelegt.

Vorher geschieht die Scharf-Einstellung des Bildes. Man richtet die Camera auf den aufzunehmenden Gegen-

stand, und zieht den Theil *B*, Fig. 42, heraus, oder schiebt ihn hinein, bis das Bild auf der matten Scheibe *sp* möglichst

Fig. 43.

Fig. 44.

scharf erscheint. Zur genaueren Beurtheilung bedient man sich einer Lupe, die man auf die Scheibe aufsetzt (Fig. 44). Häufig ist nur die Mitte scharf, der Rand weniger; dann setzt man Blenden (Bleche mit runden Oeffnungen) in das Objectiv, die man je nach der zu erzielenden Schärfe mehr

Fig. 45.

H
Z
g
Z
B

oder weniger eng nimmt. Neuere Objective führen Irisblenden, die sich durch Drehung verengern und erweitern lassen. Das einfache aber schwere Holzmodell (Fig. 42) hat im Laufe der Zeit ausserordentliche Wandelungen erfahren. Man ersetzte den ausziehbaren Theil durch einen Harmonikabalgen, der bedeutend leichter ist (Fig. 45), machte den Rückentheil *H* neigbar (drehbar um eine horizontale Achse, Fig. 45) und bewegbar durch Zahnstange *Z* und Trieb *B*; machte ferner das Ganze zusammenlegbar für die Reise und versah es mit einem ebenfalls zusammenlegbaren Dreifuss (Fig. 46), dessen drei Füsse in die Dornen des Metallstückes (Fig. 46) eingriffen. So schuf man Reiseapparate mannigfachster Construction, deren Details aus Preislisten ersichtlich sind.

Fig. 46.

Im Interesse der Amateure ging man aber noch weiter. Man fertigte Momentcameras, die keines Stativs bedurften und durch Marken für gegebene Entfernungen ein leichtes Einstellen erlauben, ein Magazin für ein Dutzend Platten enthalten, die leicht gewechselt werden können.

Fig. 47 (a. f. S.) zeigt eine derartige Magazin-Momentcamera und zwar die sogenannte Delta-Camera von Dr. Krügener. Dieselbe besteht aus einem unauffälligen Holzkasten, der kaum an einen photographischen Apparat erinnert. *O* ist die Oeffnung für das im Inneren der Camera angebrachte Objectiv, die an einer Schnur befestigte Perle *P* dient zum Spannen, der Knopf *K* zum Abdrücken des Momentverschlusses.

In Fig. 48 (a. f. S.) ist das Innere der Camera dargestellt. Die Platten liegen auf einander geschichtet in einem

Magazine bei P_1. Sie befinden sich in Blechrähmchen, welche in Stiften geführt werden, so dass sie sich um den Punkt D

Fig. 47.

wie die Blätter eines Buches umlegen lassen. Zieht man den Stösser St heraus und schiebt ihn dann wieder hinein, so klappt die unterste Platte nach unten, dass sie in die Stellung P_2 kommt, in welcher sie dann belichtet wird. Dieses Wechseln kann so lange wiederholt werden, als Platten im Vorrathsmagazine bei P_1 vorhanden sind.

Fig. 48.

In der oberen Ecke der Camera ist noch ein sogenannter Sucher angebracht. Dieser Sucher besteht aus einer kleinen Linse L, welche ein Bild auf den unter 45^0 angebrachten Spiegel Sp wirft, das von letzterem auf die Mattscheibe M geworfen wird.

Diese Vorrichtung bildet also eine kleine Camera für sich und ermöglicht stets das gewünschte Bild auf die Platte zu bekommen, indem der Sucher dasselbe Bild, welches das Objectiv O umfasst, in verkleinertem Maassstabe abbildet. Diese Sucher erleichtern das Aufnehmen wesentlich, namentlich, wenn es sich um bewegte Objecte handelt.

Man hat auch Cameras construirt, bei denen die Aufnahme-Camera selbst als Sucher dient. Es sind dies die sogenannten Reflex- oder Spiegel-Cameras. Bei diesen befindet sich im Inneren der Camera ein grosser Spiegel, welcher das Bild, welches das Objectiv zeichnet, auffängt und auf eine horizontale Mattscheibe wirft, auf der man es beobachten und scharf einstellen kann.

Sobald der gewünschte Moment gekommen ist, wird durch Druck auf einen Knopf der Spiegel zurückgeklappt, so dass er sich gegen die Mattscheibe legt und diese lichtdicht abschliesst, wobei sich gleichzeitig der Momentverschluss (ein Jalousie-Verschluss vor der Platte) auslöst.

Ein Vortheil der Spiegel-Cameras ist der Umstand, dass man das Bild bis zum Moment der Aufnahme in der richtigen Grösse sieht, es also leichter beurtheilen kann als bei anderen Cameras, bei denen der Sucher nur ein oft stark verkleinertes Bild wiedergiebt.

Die Construction dieser Cameras ist über alle Maassen mannigfaltig. Jedes Jahr erscheinen neue Constructionen. Ganz besonderer Art sind die neueren Momentcameras mit aufgerollten lichtempfindlichen Celluloid-Films statt der Platten, welche erheblich leichter sind und sich daher besonders für Aufnahmen auf Reisen empfehlen.

In ihrem Aeusseren unterscheiden sich diese Cameras nicht wesentlich von den für Glasplatten bestimmten Magazincameras. Statt des Wechsel-Mechanismus der letzteren enthalten sie eine sogenannte Rollkassette, die in Fig. 49 schematisch dargestellt ist. Sie besteht im Wesentlichen aus zwei Rollen *A* und *B* und zwei kleinen Führungsrollen *C* und *D*. *A* ist die noch unbelichtete Film, deren Ende an *B* befestigt ist. Durch Drehen der letzteren wird das belichtete Stück Film aufgerollt und ein neues Stück an dessen Stelle gebracht. Apparate für Roll-

Fig. 49.

films werden jetzt von verschiedenen Seiten (Eastman-Co., Dr. Krügener u. A.) in den Handel gebracht und haben sich rasch eingebürgert, nachdem es gelungen ist, die lichtempfindlichen Films in Patronenform herzustellen, welche das Einsetzen neuer Rollen ohne Dunkelkammer bei vollem Tageslicht ermöglichen. Bezüglich näherer Details muss auf die den verschiedenen Fabrikaten beigegebenen Gebrauchsanweisungen verwiesen werden.

III.

Die photographische Praxis.

Negativverfahren.

Wie aus der Darstellung der Geschichte der Photographie bereits hervorgeht, gliedert sich der Arbeitsgang des Phototechnikers jetzt in zwei Theile:

1. den Negativprocess, der in der Aufnahme eines negativen Bildes nach der Natur mittelst Camera und lichtempfindlicher Platte besteht;

2. den Lichtcopirprocess, der dazu dient um nach dem nach 1. gewonnenen transparenten Glasbilde ein positives Bild mit Hülfe des Lichtes zu machen (Positivprocess).

Die Zahl der gebräuchlichen negativen Processe ist beschränkt. Wir haben deren zur Zeit nur drei: 1. den

Fig. 50.

dominirenden Gelatinetrockenprocess, 2. den nassen Collodiumprocess, 3. den Collodium-Emulsionsprocess. Die

Collodiumverfahren werden fast nur in der Reproductionsphotographie angewendet, in der Porträt-, Landschafts- und Amateurphotographie sind sie völlig durch den bequemeren und empfindlicheren Gelatinetrockenprocess verdrängt worden.

Wesentlich grösser ist die Zahl der Positivprocesse.

Hierzu gehören auch die Lichtpausprocesse (s. o.), bei welchen nach einem flachen Original [Pflanzenblatt Fig. 50 (a. v. S.) oder Zeichnung auf Papier] direct ein negatives oder positives Bild copirt wird.

I. Der Bromsilber-Gelatine-Trockenprocess.

Dieser jetzt verbreitetste Process wird gewöhnlich mit käuflichen Gelatineplatten oder Films[1]), welche beide in guter Qualität im Handel sind, ausgeübt. (Ueber die Fabrikation s. u.)

Arbeitsräume. Man braucht zum Operiren einen sogenannten Dunkelraum. Als solchen nehmen Amateure oft ganz fremden Zwecken dienende Räume, wie Keller, gut verdunkelte Badestuben, Closets etc. Bei der grossen Zahl reisender Amateure haben zahlreiche Gasthöfe photographische Dunkelkammern, von freilich nicht sehr vollkommener Einrichtung, zur Disposition. Da aber die Dunkelkammer nicht nur zum Einlegen der Platte in die Apparate dient, sondern auch zum Entwickeln der Platte, so ist eine etwas vollkommenere Einrichtung von Wichtigkeit. Im Dunkelraume erfolgt die Behandlung der Platten: Auspacken derselben, Einlegen in die Kassetten, Entwickeln etc. Ganz schwarz gestrichene, durch Doppelthüren verschlossene Räume (eine der Thüren kann auch durch einen breiten, dunkeln Vorhang ersetzt werden) mit guter Ventilation sind als Dunkelräume rathsam. Beleuchtung durch Tageslicht hinter gelben oder rothen Fenstern empfehlen wir nicht, weil es zu sehr in seiner Stärke wechselt und die Beurtheilung der Negative erschwert.

---

[1]) Das sind Glasplatten oder transparente Celluloidblättchen, welche mit einer gleichmässigen Schicht von Bromsilbergelatine überzogen sind.

Wir nehmen fast ausschliesslich Gaslaternen mit rothen Scheiben. Sehr wichtig ist die Auswahl der letzteren, sie dürfen kein grünes Licht hindurchlassen[1]). Viele rothe Scheiben sind zu dunkel. Die Rothscheiben des Verfassers erlauben bei sieben Kerzen Petrollicht in 30 cm Entfernung das Lesen einer Zeitung.

Die üblichen Dunkelkammerlaternen (Fig. 51) besitzen mehrere Scheiben, zwei rothe *Rr* und eine gelbe, die durch Schieber *S* geschlossen werden kann. Letztere dient dazu, um das Negativ beim Schlusse der Entwickelung besser beurtheilen zu können. Innen brennt eine durch *h* regulirbare Lampe, die Brenngase entweichen durch *l*, welches eine Lichtkappe trägt, die die Vertheilung des Lichtes nach oben verhindert. Scheibe *r* ist eigentlich überflüssig; dann kann auch Deckel *d* wegfallen.

Fig. 51.

Für Reisezwecke benutzt man meist kleinere Dunkelkammerlampen mit Kerzen- oder Benzinlicht. Sehr praktisch sind auch die zusammenlegbaren Stofflaternen.

Einen Arbeitstisch für Dunkelkammern kleineren Umfanges zeigt Fig. 52 (a. f. S.); *R* und *R'* sind Consolbretter mit Entwickelungslösungen. *R'* dient besser zum Ablegen der Kassette, *W* ist die Wasserleitung mit Drehhahn, *B* und *B'* sind Becken aus Steingut[2]) mit Abzug, in welchen das Entwickeln und Waschen (durch *W*) vorgenommen wird. Unter dem Becken *BB'* befindet sich noch ein Brett *C* zum Ablegen von Schalen etc. *T* ist ein Schornstein zum Ableiten der Brenngase.

---

[1]) Rothes Goldglas ist völlig unbrauchbar, weil es sogar blaues Licht durchlässt. Vorzügliche Scheiben, in der Masse gefärbt, liefert die Glashütte von Gebr. Putzler, Penzig-Schlesien.

[2]) Zu beziehen von March Söhne, Charlottenburg.

Man wird für Entwickelung, Fixage, Tonung etc. verschiedene kleinere, viereckige Schalen von Plattengrösse gebrauchen. Niemals nehme man verschiedene Arbeiten in

Fig. 52.

ein und derselben Schale vor. Grosse Porcellanschalen sind zu schwer, zu theuer und zu zerbrechlich. Am meisten beliebt sind die schwarzen Asphalt- (sogenannte Papiermaché-) Schalen.

Am dauerhaftesten, aber ziemlich kostspielig, sind Schalen aus Hartgummi. Dieselben widerstehen allen photographischen Lösungen ausgezeichnet und sind so gut wie unver-

wüstlich, während die Papiermaché-Schalen, wenn der Lack erst einmal angegriffen ist, schnell zu Grunde gehen.

Zum Abmessen der Entwicklungslösungen benutzt man eine Glasmensur von 100 ccm Inhalt, und ein Tropffläschchen zum Zufügen von Bromkaliumlösung.

Beschreibung des Ganges einer photographischen Aufnahme.

Das Einlegen der Platten in die Kassetten. Die Bromsilbergelatinetrockenplatten werden in schwarzes Papier gewickelt und in Pappcartons gepackt in den Handel gebracht. Die Schachteln sind gewöhnlich, um das Eindringen von Licht zu vermeiden, ringsum mit einem schwarzen Papierstreifen verklebt.

Man durchschneidet in der Dunkelkammer den Papierstreifen, nimmt die Platten aus der Verpackung heraus und entfernt von der Schichtseite, welche man daran erkennt, dass sie im Gegensatze zu der Glasseite matt erscheint, mit einem breiten, weichen Biberhaarpinsel (sogen. Abstaubpinsel) etwaige Staubpartikelchen.

Man halte die Platten hierbei an den Kanten fest und hüte sich, die Schichtseite unnöthig zu berühren, da hierdurch leicht Flecke entstehen.

Dann legt man die Platten so in die Kassetten, dass die Schichtseite nach dem Kassettenschieber zu gerichtet ist und schliesst die Kassetten.

Beim Einlegen der Platten muss man darauf bedacht sein, dieselben nicht unnöthig lange dem rothen Lichte auszusetzen; man gewöhne sich an schnelles Arbeiten und nehme das Einlegen nicht in zu grosser Nähe der Dunkelkammerlaterne vor.

Die übrigen nicht in die Kassetten gelegten Platten müssen sofort wieder sorgfältig in das schwarze Papier gewickelt und in die Plattenschachtel gepackt werden. Falls letztere nicht sehr gut schliesst, empfiehlt es sich, dieselbe in ein schwarzes Tuch oder schwarzes Papier zu wickeln, um das Eindringen von Tageslicht zu verhindern.

Das Einstellen. Beim Aufstellen der Camera achte man darauf, dass dieselbe genau horizontal steht. Dies geschieht am besten unter Zuhülfenahme einer kleinen Wasserwage (sogen. Dosenlibelle). In Ermangelung einer solchen richtet man die Camera durch Visiren nach Architekturlinien oder mit einem Lothe aus.

Schiefstehen der Camera bewirkt Verzeichnung. Steht dieselbe nach hinten geneigt, so laufen parallele Linien auf dem Negative nach oben, steht sie nach vorn geneigt, nach unten zusammen.

Um mehr oder weniger Vordergrund zu bekommen, ist es nach Obigem nicht zulässig, die Camera zu neigen, sondern man benutzt hierzu die an jeder besseren Camera angebrachte Verstellbarkeit des Objectivbrettes. Um weniger Vordergrund zu bekommen, schiebt man letzteres entsprechend nach oben, um mehr zu bekommen nach unten.

Zur Einstellung werden zunächst die Blenden (s. S. 43) aus dem Objective herausgenommen, oder bei Iris- oder Revolverblendeneinrichtung diese auf grösste Oeffnung gestellt. Dann schraubt man die Mattscheibe so lange hin und her, bis die Mitte des Bildes scharf erscheint; man kann, um die Schärfe besser beurtheilen zu können, die S. 74 beschriebene Einstelllupe benutzen[1]). Um das beim Einstellen störende Tageslicht auszuschliessen, wirft man sich über den Kopf und den Hintertheil der Camera ein schwarzes Tuch, das sogenannte Einstelltuch.

Nach beendigter Einstellung schiebt man die passende Blende ein und bedeckt dann das Objectiv mit dem Deckel.

Die Grösse der Blende ist von verschiedenen Umständen abhängig. Für Landschaften arbeitet man im Allgemeinen mit kleinen Blenden, für Personenaufnahmen wendet man, um die Expositionszeit abkürzen zu können, häufig grössere Blenden an. Auch das benutzte Objectiv spielt hier eine Rolle. Anastigmatische Objective (s. S. 57) erfordern

---

[1]) Die Lupe muss zunächst auf ein auf der matten Seite der Mattscheibe angebrachtes Bleistiftkreuz scharf eingestellt werden.

Burton's Expositionstabelle.

Objectiv-öffnung im Verhältniss zur Brenn-weite	See und Himmel	Offene Landschaft	Unter Bäumen bis zu	Helle Interieurs von	Dunkele Interieurs bis zu	Porträts im Freien bei hellem Lichte	Porträts im Zimmer
F/$_4$ *)	$^1/_{600}$ Sec.	$^1/_{50}$ Sec.	10 Sec.	10 Sec.	2 M.	$^1/_6$ Sec.	4 Sec.
F/$_5$	$^1/_{80}$ „	$^1/_{25}$ „	20 „	20 „	4 „	$^1/_3$ „	8 „
F/$_8$	$^1/_{40}$ „	$^1/_{12}$ „	40 „	40 „	8 „	$2^1/_3$ „	16 „
F/$_1$	$^1/_{20}$ „	$^1/_6$ „	1 M. 20 „	1 M. 20 „	16 „	$1^1/_3$ „	32 „
F/$_{16}$	$^1/_{10}$ „	$^1/_3$ „	2 „ 40 „	2 „ 40 „	32 „	$2^1/_3$ „	1 M. 4 „
F/$_{22}$	$^1/_5$ „	$^2/_3$ „	5 „ 20 „	5 „ 20 „	1 Std. 4 „	$5^1/_3$ „	2 „ 8 „
F/$_{32}$	$^2/_5$ „	$1^1/_3$ „	10 „ 40 „	10 „ 40 „	2 „ 8 „	$10^1/_2$ „	$4^1/_2$ Min.
F/$_{45}$	$^4/_5$ „	$2^1/_3$ „	21 „ — „	21 „ — „	$4^1/_4$ Std.	21 „	$8^1/_2$ „
F/$_{64}$	$1^1/_2$ „	$5^1/_3$ „	42 „ — „	40 „ — „	$8^1/_2$ „	42 „	17 „

z. B. bei gleicher Randschärfe geringere Abblendung als gewöhnliche Aplanate.

Die Belichtung. Man öffnet vorsichtig, ohne die Camera zu verrücken, die Mattscheibe und schiebt die Kassette in den Apparat ein. Dann öffnet man, nachdem man sich nochmals überzeugt, dass Alles in Ordnung, d. h. das Objectiv abgeblendet und geschlossen ist, den Kassettenschieber. Die lichtempfindliche Platte liegt jetzt frei im Apparate mit der Schichtseite nach dem Objective zugekehrt.

Nun nimmt man vorsichtig den Objectivdeckel ab und belichtet („exponirt") die erforderliche Zeit, bedeckt dann wieder das Objectiv mit dem Deckel, schiebt den Kassettenschieber zu und nimmt dann die Kassette wieder aus der Camera heraus.

Bei Landschaftsapparaten sind die Kassetten mit Zahlen versehen. Man gewöhne sich daran, die Platten in der Reihenfolge dieser Zahlen zu exponiren, damit keine Verwechselungen zwischen belichteten und unbelichteten Platten vorkommen.

Die Dauer der Exposition ist eine sehr verschiedene. Sie ist abhängig: von der Helligkeit des aufzunehmenden Gegenstandes, der Lichtstärke und Abblendung des Objectives, der Empfindlichkeit der Platten und der Helligkeit des Lichtes.

Die Bestimmung der Expositionszeit geschieht durch einfache Schätzung und die nöthige Sicherheit hierin wird nur durch längere Uebung erlangt.

Nur um einen ungefähren Anhalt zu geben, soll vorstehende von Burton zusammengestellte Expositionstabelle dienen. Dieselbe giebt die Belichtungszeiten für Platten normaler Empfindlichkeit an einem klaren Sommertage an.

Auf absolute Zuverlässigkeit können derartige Expositionstabellen keinen Anspruch machen, da sie die sehr bedeutenden Schwankungen der Helligkeit an verschiedenen Tages- und Jahreszeiten nicht berücksichtigen; wie gross diese Schwankungen sind, geht aus nachstehender von Förster

zusammengestellten Tabelle hervor, welche die chemische Helligkeit zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten an einem heiteren Tage angiebt. In dieser Tabelle bedeutet 0 h Mittags. 1 h bedeutet eine Stunde Abstand von Mittags (also 11 Uhr Vormittags oder 1 Uhr Nachmittags). Die übrigen Zahlen verstehen sich danach von selbst.

Man muss also z. B. am 21. December Mittags 12 Uhr bei heiterem Wetter etwa doppelt so lange belichten, wie am 21. Juni um dieselbe Zeit.

Chemische Lichtstärken des wolkenfreien, blauen Himmels für Orte Berliner Breite zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten.

	0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h
21. Januar 21. November	3/5	3/5	1/2	1/3	1/14				
21. Februar 21. October	3/4	3/4	2/3	1/2	1/3	1/14			
21. März 21. September	7/8	7/8	7/8	3/4	3/5	1/3	1/14		
21. April 21. August	1	1	1	7/8	3/4	2/3	2/5	1/14	
21. Mai 21. Juli	1	1	1	1	7/8	3/4	1/2	2/7	1/14
21. Juli	1	1	1	1	7/8	3/4	3/5	1/3	1/6
21. December	1/2	1/2	2/5	1/4					

Das Entwickeln und Fixiren der Platten. Auf der belichteten Platte ist keine Spur eines Bildeindruckes zu sehen.

Der Schluss aber, dass bei der Belichtung nur eine physikalische Wirkung des Lichtes stattgefunden habe, ist unberechtigt. Thatsächlich kann man ja nachweisen, dass bei längerer Belichtung des Bromsilbers Brom frei wird; sind Körper zugegen, welche das Brom chemisch binden

(z. B. auch Gelatine), so nehmen diese das frei werdende Brom sofort auf und beschleunigen dadurch zugleich die Lichtzersetzung (Sensibilisatoren). Der bei der Belichtung zurückbleibende Körper kann freies Silber oder ein Subbromür sein. Das letztere ist das wahrscheinlichere. Eine Feststellung der Zusammensetzung dieses Körpers ist bis jetzt nicht möglich gewesen. Hypothetisch fasst man ihn als Ag_2Br auf.

Sicher ist nun, dass dieser Körper viel leichter durch reducirende Agentien angegriffen und zu metallischem Silber reducirt wird als $AgBr$.

Derartige reducirende Substanzen in der Photographie, als „Entwickler" bezeichnet, giebt es eine grosse Anzahl. Zu diesen gehören oxalsaures Eisenoxydul (Ferrooxalat), gelöst in oxalsaurem Kali, alkalische Pyrogallussäure, alkalisches Hydrochinon, alkalisches Brenzcatechin, Glycin, Paraamidophenol, Eikonogen (amidonaphtolsulfosaures Natron) etc.

Zur Erlangung kräftiger, gut gedeckter Negative, wie sie für manche Copirverfahren, z. B. Platindruck, nöthig sind, zieht man den Oxalat- oder Pyrogallusentwickler vor. Jedoch kann man dasselbe mit Hydrochinon erreichen. Für Negative, welche zum Copiren auf Chlorsilbergelatine- oder Celloidinpapier bestimmt sind, kann man einen der weicher arbeitenden Entwickler, wie z. B. Eikonogen, Paraamidophenol, Metol, Amidol oder Glycin oder Brenzcatechin benutzen, weil die genannten Papiere contrastreicher copiren, d. h. starke Gegensätze zwischen Licht und Schatten geben. Der Eisenoxalatentwickler giebt leichter Flecke als die alkalischen Entwickler, so dass letztere von Amateuren meist vorgezogen werden.

Alle diese Entwickler haben nun die Eigenthümlichkeit, dass sie bei passender Zusammenwirkung nur auf die belichteten Stellen der Bromsilbergelatineschicht reducirend wirken. Erst bei übertrieben lange fortgesetzter Entwicklung werden auch die unbelichteten Bromsilberpartikelchen zum Theil gleichfalls von metallischem Silber reducirt.

Zum Entwickeln nimmt man die belichteten Platten im Dunkelraume aus der Kassette und legt sie mit der Schichtseite nach oben in eine Schale von passender Grösse. Wenn man nun eine der unten aufgeführten Entwicklungslösungen aufgiesst, kommt das Bild, je nach der Belichtungsdauer, mehr oder weniger schnell hervor; kommt es zu schnell, so ist die Platte überexponirt (d. h. zu lange belichtet). Dann haben auch die Schatten der Gegenstände, welche eigentlich klar bleiben sollen, gewirkt und man erhält dann ein sogenanntes flaues Bild, welches in den „Lichtern" fast ebenso dicht ist wie in den Schatten. In solchem Falle empfiehlt sich Verzögerung der Entwicklung durch Bromkaliumlösung (1 : 10), die man zehn Tropfen oder mehr zu 100 ccm Entwickler hinzufügt.

Kommt selbst nach minutenlangem Wirken des Entwicklers nicht die Spur eines Bildes, so ist die Platte unterexponirt (zu kurz belichtet). Ein kräftigerer Entwickler ohne Bromkaliumzusatz bringt dann das Bild unter Umständen noch heraus. Doch meistens ist solche unterexponirte Platte verloren.

Man will aber im Entwickler nicht bloss das Bild zur Erscheinung bringen, sondern demselben auch die (zum Positivcopiren) nöthige Intensität geben. Deshalb lässt man die Platte nach Erscheinen des Bildes im Entwickler, sie wird dann nach und nach intensiver, was man am besten in der Durchsicht erkennt. In der Aufsicht verschwindet das Bild oft völlig.

Eine zu lange Entwicklung schadet weniger als zu kurze Entwicklung, da man das Bild leicht wieder in seiner Intensität reduciren (abschwächen) kann. Die richtige Ueberwachung der Entwicklung erfordert Bildurtheil, welches man erst durch Erfahrung erwirbt.

Die Entwicklung soll so lange fortgesetzt werden, bis das Bild etwas kräftiger erscheint als man für gut hält, da dasselbe beim Fixiren beträchtlich durchsichtiger wird („zurückgeht"). Es empfiehlt sich, gegen Schluss der Entwicklung das Negativ auf seine Dichtigkeit bei gelbem Lichte zu

prüfen, weil bei rothem Lichte stets die Platten viel undurchsichtiger erscheinen, als sie wirklich sind.

Nach beendigter Entwicklung spült man die Platte kurze Zeit (eine Minute genügt) unter dem Wasserhahn und legt sie dann mit der Schichtseite nach oben in das Fixirbad.

Letzteres, eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron[1]) (von den Photographen Fixirnatron genannt), hat den Zweck, das bei der Entwicklung nicht zu metallischem Silber reducirte Bromsilber der Platte aufzulösen. Die Platte ist „ausfixirt", wenn von der Glasseite kein weisses Bromsilber mehr zu sehen ist. Es ist aber dringend zu empfehlen, das Fixirbad, nachdem dieser Moment erreicht ist, noch einige Minuten länger einwirken zu lassen, weil aus den unten angegebenen Gründen sonst das Negativ verderben kann.

Die Auflösung von Chlor-, Brom- und Jodsilber durch unterschwefligsaures Natron vollzieht sich nämlich unter Bildung eines löslichen Doppelsalzes.

Versetzt man einen Ueberschuss von Silberlösung mit unterschwefligsaurer Natronlösung, so bildet sich ein weisser Niederschlag von unterschwefligsaurem Silberoxyd, dieser färbt sich jedoch sehr schnell gelb und braun, unter Bildung von Schwefelsilber. Versetzt man aber unterschwefligsaures Natron mit Silberlösung, so entsteht ein weisser Niederschlag, der sich im Ueberschusse des Natronsalzes auflöst. Hierbei bildet sich ein Doppelsalz von unterschwefligsaurem Silberoxyd und unterschwefligsaurem Natron ($2 Na_2 S_2 O_3 + Ag_2 S_2 O_3$), welches sich nicht mehr freiwillig zersetzt. Man erhält diese Verbindung rein, wenn man Silbersalz tropfenweise unter Umschütteln zu unterschwefligsaurem Natron setzt; man kommt dann an einen Punkt, wo der anfangs entstandene Niederschlag sich durch Umschütteln nicht mehr löst, alsdann findet sich in der Flüssigkeit die genannte Verbindung, dieselbe scheidet sich beim Zusatze von Alkohol als ein weisses, in Wasser leicht lösliches, süss schmeckendes, bestän-

---

[1]) Recepte für Fixirbäder siehe S. 103.

diges Salz aus, welches mit Kochsalz keinen Niederschlag giebt.

Ausserdem existirt noch ein zweites Doppelsalz von unterschwefligsaurem Natron und unterschwefligsaurem Silberoxyd ($Ag_2S_2O_3 + Na_2S_2O_3 + 5H_2O$), das man erhält, wenn man mit dem Zusatze von Silberlösung zu der Natronlösung fortfährt, so dass ein bleibender Niederschlag entsteht. Diese Verbindung ist in Wasser schwer löslich und zersetzt sich schnell unter Bildung von Schwefelsilber. Dieselben Doppelsalze bilden sich auch beim Auflösen von Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber in unterschwefligsaurem Natron, z. B.:

$$3Na_2S_2O_3 + 2AgJ = Ag_2S_2O_3, 2Na_2S_2O_3 + 2NaJ;$$

es entsteht hierbei noch Chlor- oder Brom-, resp. Jodnatrium. Die lösliche Verbindung bildet sich jedoch nur bei Natronüberschuss; ist dasselbe, wie es bei zu häufig gebrauchten Fixirbädern der Fall ist, in ungenügender Quantität vorhanden, so entsteht das unlösliche Doppelsalz, welches dann in den Bildern zurückbleibt, sich alsbald zersetzt und so das Bild durch Erzeugung von Schwefelsilber verdirbt. Es ist demnach klar, dass man, um die bewussten Silbersalze aus den Platten zu entfernen, einen Ueberschuss von Natronsalz anwenden und die Lösung längere Zeit einwirken lassen muss, weil sonst die Bildung des schwer löslichen Doppelsalzes zu befürchten ist.

$Na_2S_2O_3$ kann circa $1/3$ seines Gewichtes AgCl auflösen, doch darf man es nicht bis zur Sättigung aufbrauchen, weil sonst immer eine Ausscheidung feiner Krystalle der unlöslichen Verbindung stattfinden kann.

Nach beendigter Fixage kann das Negativ ans Tageslicht gebracht werden, da es nun nicht mehr lichtempfindlich ist. Dann muss die Platte in fliessendem Wasser ausgewaschen werden, um das Fixirsalz, welches zerstörend auf das Bild wirkt, zu entfernen. Da die schwammige Gelatineschicht die Chemikalien sehr hartnäckig festhält, so muss man den Waschprocess mindestens eine halbe Stunde fort-

setzen und dafür sorgen, dass alle Punkte der Platte bespült werden. Man legt die Platte dazu zweckmässig unter den Hahn einer Wasserleitung.

Wer mehrere Platten neben einander auszuwaschen hat, dem empfehlen wir die einfache Vorrichtung des Verfassers.

Sie besteht aus (Fig. 53) flachen, langen Schalen von verzinntem Eisenblech, die durch ein Eisengestell EE mit

Fig. 53.

Querstangen passend getragen werden. Diese Becken stehen schief (s. Figur).

Das Wasser fliesst in a auf, tropft dann auf bb', fliesst bb' entlang und tropft auf C, um bei CC'' überzufliessen und in den Abfluss zu gelangen. Man kann hier mit derselben Menge Wasser eine ganze Reihe Platten waschen. Man sorge stets dafür, dass die am wenigsten gewaschenen Platten am tiefsten liegen.

Zum Trocknen der gewaschenen Platten empfehlen sich hölzerne Plattenständer (Fig. 54) mit Rillen (Fig. 55), welche die Platten von einander getrennt halten.

Das Trocknen der Platten nimmt mehrere Stunden in Anspruch und darf nicht durch Wärme beschleunigt werden, weil die Gelatineschicht dadurch schmelzen würde. Ist schnelles Trocknen erwünscht, so legt man die Negative in starken Alkohol, welcher der Schicht das Wasser entzieht, so dass sie dann an der Luft in wenigen Minuten trocknen.

Die völlig trockenen Negative sind, nachdem sie nöthigenfalls retouchirt und lackirt worden, fertig zum Copiren. In vielen Fällen werden jedoch die Negative in Folge von

Fig. 54. Fig. 55.

Expositions- oder Entwicklungsfehlern nicht die richtige Dichtigkeit haben und müssen dann durch Abschwächen oder Verstärken (s. S. 104 u. 106) verbessert werden.

Recepte für Entwickler.

Die verschiedenen Entwickler. Es ist jetzt schwer, unter den sehr zahlreich vorhandenen Entwicklern, die sich sämmtlich durch die Eigenschaft auszeichnen, Bromsilber zu reduciren, und zwar belichtetes viel rascher als unbelichtetes eine Auswahl zu treffen.

Jeder Entwickler hat seine ihm eigenthümlichen Eigenschaften. Der eine arbeitet schnell, der andere langsam. Auch die Farbe des reducirten Silbers ist bei verschiedenen Entwicklern verschieden. So reduciren z. B. Hydrochinon, Brenzcatechin, Glycin, Eisenoxalat etc. das Silber mit schwarzer bis blauschwarzer Farbe, Pyrogallussäure dagegen mit bräunlicher Farbe.

Lange Zeit wurde der Eisenoxalatentwickler in Deutschland fast ausschliesslich angewendet, jetzt ist er jedoch durch

die sogenannten organischen Entwickler mehr in den Hintergrund gedrängt worden, da letztere ihre unbestrittenen Vorzüge haben.

Der geübte Praktiker wird mit jedem Entwickler brauchbare Negative erzielen. Für Anfänger möchten wir, als besonders leicht zu behandeln, den langsam wirkenden Hydrochinon- und Glycinentwickler, sowie Brenzcatechin, Orthol und Pyrogallussäure empfehlen. Letztere hat allerdings den Nachtheil, die Finger bald braun zu färben.

Bezüglich der Wirkungsweise der Entwickler sei noch erwähnt, dass concentrirte Lösungen kräftigere, verdünntere Lösungen dagegen weichere Negative geben. Vermehrung der Entwicklungssubstanz (Hydrochinon, Brenzcatechin, Pyrogallussäure etc.) bewirkt grössere Kraft der Negative, Vermehrung der Alkalien (Soda, Potasche etc.) dagegen grössere Weichheit. Diese Regeln galten für alle Entwickler.

Für die verschiedenen Plattensorten eignet sich nicht ein und dieselbe Zusammensetzung des Entwicklers. Derselbe muss vielmehr entsprechend dem Charakter der Platte modificirt oder, wie der Photograph sagt, „abgestimmt“ werden. Mit Ausnahme des Oxalatentwicklers enthalten alle Entwickler schwefligsaures Natron. Dasselbe hat den Zweck, die schnelle Oxydation des Entwicklers beim Aufbewahren zu verhindern.

An der Luft verwittert schwefligsaures Natron schnell und oxydirt sich dabei zum grössten Theile zu schwefelsaurem Natron. Letzteres ist unbrauchbar zum Ansetzen von Entwicklungslösungen. Man achte deshalb darauf, dass man stets gutes krystallisirtes schwefligsaures Natron (nicht zu verwechseln mit unterschwefligsaurem Natron) erhält und hebe dasselbe in gut verschlossenen Flaschen, niemals in Düten oder dergleichen, auf.

Beim Ansetzen der Entwickler sollen die einzelnen Substanzen in der angegebenen Reihenfolge nach einander aufgelöst werden. Besonders wichtig ist, dass das schwefligsaure Natron vollkommen gelöst ist, bevor man die Entwicklungssubstanz zufügt.

Der Eisenoxalatentwickler ist der älteste von allen Entwicklern. Er erfordert grosse Sauberkeit, namentlich gut gewaschene Hände.

Lösung I: 300 g krystallisirtes Kaliumoxalat (neutral),
900 ccm destillirtes Wasser;

Lösung II: 100 g Eisenvitriol,
300 ccm destillirtes Wasser,
5 Tropfen Schwefelsäure.

Zum Gebrauch mischt man 45 ccm Lösung I mit 15 ccm Lösung II und fügt, falls die verwendete Plattensorte ohne diesen Zusatz nicht klar arbeitet, einige Tropfen Bromkaliumlösung (1 : 10) hinzu.

Eine grössere Menge Eisenlösung als angegeben, darf unter keinen Umständen genommen werden, weil sich sonst Ferrooxalat als gelbes, sandiges Pulver ausscheidet.

Eine geringere Eisenmenge kann man dagegen anwenden, wenn man weniger kräftige Negative wünscht.

Durch Zusatz von 10 bis 20 Tropfen Fixirnatronlösung (1 : 100) kann man bei unterexponirten Platten die Entwicklung beschleunigen, ebenso durch ein Vorbad von 1 g Fixirnatron in 10 Litern Wasser, in welchem man die Platte vor dem Entwickeln eine Minute badet.

Hydrochinon-Potascheentwickler:

Lösung I: 40 g krystallisirtes schwefligsaures Natron,
600 ccm destillirtes Wasser,
6 g Hydrochinon;

Lösung II: 50 bis 75 g kohlensaures Kali[1]) (Potasche)
gelöst in 600 ccm Wasser.

Statt des kohlensauren Kalis nimmt Verfasser auch eine gleiche bis doppelt so grosse Menge kohlensaures Natron. Der Entwickler mit kohlensaurem Kali arbeitet jedoch schneller.

---

[1]) Je mehr kohlensaures Kali man nimmt, um so schneller verläuft die Entwicklung. Manche Platten kräuseln mit zu viel kohlensaurem Kali, d. h. die Schicht löst sich vom Glase, in diesem Falle muss man den Potaschegehalt reduciren.

Zum Gebrauche mischt man gleiche Theile I und II und fügt einige Tropfen Bromkaliumlösung (1:10) hinzu, ohne welches der frische Entwickler zu energisch wirkt, oder man mischt frischen Entwickler mit der Hälfte alten Entwicklers, was dieselbe Wirkung hat. Für 50 ccm frischen Entwicklers genügen fünf Tropfen.

Die beiden Lösungen kann man auch gemischt in Vorrath halten, doch ist frisch gemischter Entwickler vorzuziehen. Für Porträt- und Momentaufnahmen, wo man kräftigere und schnellere Wirkung verlangt, kann man dem Entwickler einige Tropfen Aetzkalilösung zufügen, wodurch freilich die Gefahr des Ablösens der Schicht befördert wird.

Man kann auch den Hydrochinonentwickler concentrirt in einer Lösung ansetzen, was sich namentlich für Reisezwecke empfiehlt.

Der concentrirte Entwickler, der zum Gebrauche mit der vier- bis sechsfachen Menge Wasser verdünnt wird, hat folgende Zusammensetzung:

40 g krystallisirtes schwefligsaures Natron,
150 ccm destillirtes Wasser,
6 g Hydrochinon,
50 g kohlensaures Kali (Potasche).

Der Hydrochinonentwickler soll niemals kälter als 15 bis 16° sein, weil er sonst äusserst langsam entwickelt und die Negative zu hart ausfallen.

Unter dem Namen „Adurol“ bringt die chemische Fabrik auf Actien, vormals Schering in Berlin, Monobromhydrochinon in den Handel.

Das Adurol zeichnet sich vor dem Hydrochinon durch leichtere Löslichkeit aus. Auch soll es ohne Bromkaliumsalz schleierfrei entwickeln.

Der Brenzcatechinentwickler. Dr. Ludwig Ellon u. Co., Charlottenburg, bringen jetzt als Entwickler Brenzcatechin, welches nach einem patentirten Verfahren hergestellt wird und vollkommen chemisch rein ist, in den Handel. Das Präparat bildet kleine, schneeweisse Krystalle,

welche sich in Wasser sehr leicht lösen. Es ist isomer dem Hydrochinon. Verfasser machte zuerst auf die ausserordentliche Haltbarkeit dieses Brenzcatechinentwicklers aufmerksam.

Das Brenzcatechin ist schon in früheren Jahren als Entwickler versucht worden, aber es hatte sich nicht recht einbürgern wollen, weil es schwer war, das Präparat in reinem Zustande zu erhalten und der Preis des Brenzcatechins ausserordentlich hoch war.

Der Brenzcatechinentwickler ist einer der empfehlenswerthesten Entwickler. Er arbeitet schneller als Hydrochinon und wird nur wenig durch die Temperatur beeinflusst. Die Lösungen färben die Finger nicht braun, er neigt nicht so leicht zum Schleiern; die Farbe, Modulation und Klarheit der Negative (auch schon ohne Bromkalizusatz) ist eine vorzügliche, insbesondere giebt der Entwickler schöne „Spitzlichter“.

Brenzcatechin-Phosphatentwickler:

Lösung I: 5 g Brenzcatechin,
25 g krystallisirtes schwefligsaures Natron,
250 ccm Wasser;

Lösung II: 250 ccm Wasser,
47 g gewöhnliches Natriumphosphat ($Na_2HPO_4 + 12$ aqu.),
5 g Aetznatron (in Stangen gereinigt)[1].

Für den Gebrauch mischt man 1 Thl. Lösung I mit 1 Thl. Lösung II und 1 bis 2 Thln. Wasser.

Einen sehr rapid wirkenden Entwickler erhält man nach folgender Vorschrift.

Man löst in der angegebenen Reihenfolge:

100 g schwefligsaures Natron, krystallisirt,
14 g Aetznatron (gereinigt in Stangen),
400 ccm destillirtes Wasser,
20 g Brenzcatechin.

---

[1]) Es bildet sich in der Lösung dreibasisches Natriumphosphat; es ist also kein freies Aetznatron mehr vorhanden, welches Kräuseln der Platten bewirken könnte.

Das Brenzcatechin darf erst hinzugefügt werden, wenn das Sulfit und das Aetznatron völlig gelöst sind.

Der fertige Entwickler wird sofort auf Flaschen gefüllt und verkorkt; er hält sich so lange Zeit.

Zum Gebrauch wird der concentrirte Entwickler mit der 10- bis 20fachen Menge Wasser verdünnt. Der wenig verdünnte Entwickler arbeitet sehr schnell und kräftig, der verdünntere dagegen langsamer und weicher. Die normale Verdünnung dürfte 1 Thl. Entwickler auf 15 Thle. Wasser sein. Bromkalizusatz ist bei schleierfrei arbeitenden, normal exponirten Platten nicht erforderlich.

Man kann diesen Entwickler auch in getrennten Lösungen nach folgender Vorschrift ansetzen:

Lösung I: 50 g schwefligsaures Natron, krystallisirt,
500 ccm destillirtes Wasser,
10 g Brenzcatechin;

Lösung II: 7 g Aetznatron (gereinigt, in Stangen),
500 ccm Wasser.

Zum Gebrauche mischt man 1 Thl. Lösung I, 1 Thl. Lösung II und 2 bis 6 Thle. Wasser. Die normale Zusammensetzung ist 1 Thl. I, 1 Thl. II und 4 Thle. Wasser. Ebenso wie bei dem Entwickler in einer Lösung arbeitet auch hier der stärkere Entwickler kräftiger und schneller als der verdünnte.

Einen noch energischeren Entwickler erhält man, wenn man statt der obigen 14 resp. 7 g Aetznatron 20 bezw. 10 g Aetzkali (gereinigt, in Stangen) verwendet.

Eine Eigenthümlichkeit des Brenzcatechinentwicklers ist, dass man Entwickeln und Fixiren gleichzeitig vornehmen kann, wenn man dem Entwickler ein ausreichendes Quantum Fixirnatron zufügt. Ein derartiger „Fixirentwickler“ kommt in concentrirter Form unter dem Namen „Elkonal F“ in den Handel.

Der Pyrogallus-Sodaentwickler arbeitet ebenfalls rascher als der Hydrochinonentwickler und giebt Negative von sehr feiner Modulation, bräunt aber leider stark die Hände.

Lösung I: 100 g krystallisirtes, schwefligsaures Natron,
500 ccm destillirtes Wasser,
8 Tropfen concentrirte Schwefelsäure,
14 g Pyrogallussäure;

Lösung II: 50 g krystallisirtes kohlensaures Natron,
1000 ccm destillirtes Wasser.

Man setze bei Lösung I die Pyrogallussäure erst zu, wenn das Natriumsulfit vollkommen gelöst und die Schwefelsäure zugefügt ist.

Für eine 13 × 18 cm-Platte mischt man zum Gebrauche 20 ccm Lösung I mit 40 ccm Lösung II und fügt vier Tropfen Bromkaliumlösung (1 : 10) zu.

In dieser Zusammensetzung giebt der Entwickler grosse Kraft. Wünscht man weichere Negative, so verdünnt man ihn noch mit 20 bis 40 ccm Wasser.

Bräunung der Hände beseitigt man durch Waschen in concentrirter Alaunlösung, resp. in verdünnter Salzsäure.

Die Gebrüder Lumière und Seyewetz haben gefunden, dass man in den alkalischen Entwicklern die Alkalien durch Aceton oder Aldehyde ersetzen kann. Solche Entwickler bieten grosse Vortheile. Loslösen oder Kräuseln der Gelatineschicht, wie es bei alkalischen Entwicklern eintritt, kommt bei Acetonzusatz nicht vor.

Als ganz besonders geeignet hat sich der Pyrogallus-Acetonentwickler erwiesen. Recept nach E. Vogel:

500 ccm destillirtes Wasser,
200 g krystallisirtes, schwefligsaures Natron,
10 Tropfen concentrirte Schwefelsäure,
14 g Pyrogallussäure.

Zum Gebrauche nimmt man 15 ccm Pyrogalluslösung mit 5 ccm Aceton und verdünnt mit Wasser auf 50 bis 120 ccm. Bromkalizusatz ist bei klar arbeitenden Platten nicht erforderlich.

Die besten Resultate giebt der Entwickler, wenigstens bei kräftig arbeitenden Platten, bei einer Verdünnung bis auf 120 ccm; er arbeitet dann verhältnissmässig langsam, giebt aber glasklare Negative von ausgezeichnetem, den nassen

Platten ähnlichem zartem Charakter. Der weniger verdünnte Entwickler arbeitet naturgemäss schneller und kräftiger.

Obiges ist das normale Mischungsverhältniss für richtig exponirte Platten. Bei Entwicklung zweifelhafter Platten verfährt man in der Weise, dass man dieselben zunächst in einen Entwickler bringt, welcher nur eine geringe Menge Aceton enthält, z. B. statt 5 ccm nur 1 ccm, und dann nach Bedarf in kleinen Mengen das übrige Aceton zufügt.

Viel Aceton holt die Zeichnung in den Schatten heraus und giebt Weichheit, wenig Aceton giebt dagegen kräftigere Negative. Ueberexponirte Aufnahmen müssen demnach in einem Entwickler, der wenig Aceton enthält, hervorgerufen werden, während man bei unterexponirten Aufnahmen einen möglichst grossen Acetonzusatz verwendet, der indessen nicht über 10 Proc. Aceton hinausgehen darf[1]).

Der Eikonogenentwickler (Eikonogen = amido-*β*-naphtol-*β*-monosulfosaures Natron):

Lösung I: 100 g krystallisirtes, schwefligsaures Natron,
1500 ccm destillirtes Wasser,
8 Tropfen concentrirte Schwefelsäure,
25 g Eikonogen;

Lösung II: 150 g krystallisirtes kohlensaures Natron,
1000 ccm destillirtes Wasser.

Zum Gebrauche mischt man: 3 Thle. Lösung I mit 1 Thl. Lösung II und fügt einige Tropfen Bromkaliumlösung (1 : 10) hinzu.

Einen kräftigeren Entwickler erhält man durch Ersatz der Soda durch die gleiche Menge Potasche.

Paramidophenolentwickler. Einen langsam wirkenden Entwickler erhält man nach folgender Vorschrift:

1000 ccm Wasser,
80 g Natriumsulfit,
80 g krystallisirte Soda,
4 g Paramidophenol.

---

[1]) Man nimmt mittelreines Aceton, Siedepunkt 56 bis 58° C., 1,8 Mk. pro Kilo (Photogr. Mitth. XXXIV, S. 333).

Unter dem Namen „Rodinal“ bringt die Actiengesellschaft für Anilinfabrikation einen concentrirten Rapid-Paramidophenolentwickler in den Handel, dessen Zusammensetzung nicht näher bekannt ist. Rodinal wird zum Gebrauche mit der 10- bis 20 fachen Menge Wasser verdünnt. Bei Ueberexposition fügt man reichlich Bromkaliumlösung hinzu, da geringe Mengen Bromkali bei diesem Entwickler nur wenig Einfluss haben.

Der Metholentwickler. Methol (Paramidometakresol) gehört zu den Rapid-Entwicklern, veranlasst aber bei verschiedenen Personen Dickwerden und Aufspringen der Finger.

Metholpotascheentwickler:

Lösung I:	1000	Theile	Wasser,
	100	„	Natriumsulfit,
	10	„	Methol;
Lösung II:	1000	„	Wasser,
	100	„	Potasche.

Zum Gebrauche mischt man 60 ccm I mit 20 ccm II. Ersetzt man die Potasche durch Soda, so arbeitet der Entwickler langsamer. Bromkalium wirkt wie bei den anderen Entwicklern.

Der Amidolentwickler. Das Amidol (Diamidophenol) hat den Vortheil, dass es auch ohne Zusatz von Alkali entwickelnd wirkt, so dass die bei schlechten Plattensorten durch letzteres bewirkten Fehler, wie Kräuseln und Abschwimmen der Schicht, vermieden werden. Die Zusammensetzung des Amidolentwicklers ist folgende:

50 g krystallisirtes schwefligsaures Natron,
5 g Amidol,
1000 ccm destillirtes Wasser.

Bei nicht schleierfrei arbeitenden Platten und bei Ueberexposition wird Bromkalilösung (1 : 10) zugefügt.

Glycinentwickler. Glycine sind Verbindungen, welche entstehen durch Ersatz eines Wasserstoffatomes der NH_2-Gruppe im Amidophenol durch einen Essigsäurerest, CH_2COOH.

Hauff, der diese Verbindungen eingeführt hat, empfiehlt als Entwickler die Glycine des p-Amidophenols und o-Amido-m-Kresols.

Glycinpotascheentwickler:

Lösung I: 12 g krystallisirtes, schwefligsaures Natron,
5 g Glycin,
2,5 g kohlensaures Kali (Potasche)[1]),
100 g Wasser;

Lösung II: 12,5 g Potasche,
100 g Wasser.

Zum Gebrauche mischt man 20 ccm I mit 40 ccm II. Bei Ueberexposition nimmt man weniger II und einige Tropfen Bromkalilösung.

Man kann den Glycinentwickler auch concentrirt nach folgender Vorschrift ansetzen:

500 g heisses Wasser,
60 g krystallisirtes, schwefligsaures Natron,
125 g Potasche,
25 g Glycin.

Zum Gebrauche nimmt man 1 Vol. Entwickler und 3 Vol. Wasser. Soll der Entwickler weicher entwickeln, so verdünnt man ihn aufs Doppelte. Für harte Entwicklung nimmt man 1 Vol. Entwickler auf 2 Vol. Wasser und fügt ausserdem zu 100 Entwickler 5 bis 10 Tropfen Bromkaliumlösung zu.

Der Glycinentwickler arbeitet langsam und bei schleierfrei arbeitenden Platten auch ohne Bromkalizusatz völlig klar. Er hat den Vortheil, die Hände nicht braun zu färben und empfiehlt sich daher besonders für Amateure.

Glycin eignet sich auch ausgezeichnet zur sogenannten „Standentwicklung“.

Standentwickler sind sehr verdünnte und in Folge dessen langsam wirkende Entwickler, die Stunden statt Minuten zur Entwicklung nöthig haben, so dass man die

---

[1]) Das Glycin löst sich erst nach Zusatz des kohlensauren Kalis.

zu entwickelnden Platten ruhig hineinlegen und anderer Arbeit nachgehen kann.

Die Standentwicklung hat den Vortheil, dass man eine grössere Anzahl von Platten gleichzeitig entwickeln kann. Man benutzt zu dem Zwecke mit Nuten versehene Blechkästen, in welche die Platten senkrecht eingesetzt werden.

Fig. 56.

Fig. 56 u. 57 zeigt einen derartigen von Hauff in Feuerbach in den Handel gebrachten Kasten.

Derselbe enthält ein Plattengestell, welches zur Aufnahme von acht Platten, 13 × 18 oder zwölf Platten 9 × 12, eingerichtet ist.

Fig. 57.

Nachdem der Entwickler in den Kasten gegossen ist, zieht man das Plattengestell in die Höhe und arretirt es durch Umklappen der Handhaben (s. Fig. 57), um die Platten einstellen zu können. Ist dies geschehen, so wird das Gestell mit den Platten hinabgesenkt und der Kasten durch Aufsetzen des Deckels geschlossen, worauf man die Dunkelkammer verlassen kann.

Die Platten entwickeln sich nun, je nach dem Grade der Belichtung, langsamer oder schneller. Von Zeit zu Zeit hebt man das Gestell wieder empor, arretirt es durch Umklappen, nimmt jede einzelne Platte heraus und prüft sie

vor dem Dunkelkammerlichte auf ihren Entwicklungsgrad. Die noch nicht fertigen Platten werden wieder zurückgegeben, die fertigen fixirt und neue Platten eingesetzt.

Eine 30fach überexponirte Platte ist in ca. 15 Minuten, eine normal belichtete in ca. 30 Minuten, eine unterexponirte in 1 bis 3 Stunden fertig entwickelt.

Jede Verunreinigung der Entwicklungslösung mit Fixirnatron ist sorgfältig zu vermeiden; insbesondere dürfen die Platten nicht mit Fingern berührt werden, welche vorher im Fixirnatron waren, da sonst sofort Gelbschleier auftritt.

Der Entwicklungskasten wird nach jedesmaligem Gebrauche entleert, sorgfältig gereinigt und getrocknet. Der Entwickler kann lange Zeit benutzt werden, wenn man ihn nach dem Gebrauche in einer gut verkorkten Flasche aufhebt. Es empfiehlt sich, einen Theil desselben von Zeit zu Zeit durch frischen Entwickler zu ersetzen.

Als Recept für Standentwicklung empfiehlt Hauff folgendes:

400 ccm heisses, destillirtes Wasser,
5 g krystallisirtes, schwefligsaures Natron,
45 g krystallisirte Soda,
5 g Glycin.

Zum Gebrauche wird diese Lösung mit 2100 ccm Wasser verdünnt.

Man kann auch den oben angegebenen concentrirten Glycin-Potascheentwickler in passender Verdünnung zur Standentwicklung benutzen.

Der Ortholentwickler. Unter dem Namen „Orthol“ bringt Hauff in Feuerbach eine Mischung von Methyl-Ortho-Amidophenol mit Hydrochinon in den Handel, welche einen ausgezeichneten Entwickler liefert.

Lösung I: 1000 ccm destillirtes Wasser,
7,5 g Kaliummetabisulfit,
15 g Orthol;

Lösung II: 1000 ccm destillirtes Wasser,
180 g krystallisirte Soda,
120 g krystallisirtes, schwefligsaures Natron.

Zum Gebrauche mischt man gleiche Theile I und II.

Der Entwickler arbeitet rascher als Pyrogallus, färbt die Negative nicht gelb, und erlaubt mit demselben Quantum Lösung bis vier Negative nach einander zu entwickeln.

Recepte für Fixirbäder.

Zum Fixiren (siehe S. 88) kann man eine einfache Lösung von 1000 g unterschwefligsaurem Natron in 5000 ccm Wasser benutzen.

Um die Gelbfärbung, welche die Platten in manchen organischen Entwicklern (siehe oben) annehmen, wegzuschaffen, sowie um eine grössere Haltbarkeit des Bades, welches sich sonst bald braun färbt, zu bewirken, fügt man zu 500 ccm obiger Fixirlösung 25 bis 50 g Sulfitlauge, d. i. käufliche, im Handel befindliche Lösung von saurem Natriumsulfit.

Dieser Zusatz ist jedoch nicht unbedingt erforderlich und kann z. B. auf Reisen, wo man das Fixirnatron meist in festem Zustande mit sich führt, weggelassen werden.

Es empfiehlt sich, die Fixirbäder, aus den S. 88 erörterten Gründen, nicht allzu lange zu benutzen. Sobald man bemerkt, dass das Bad anfängt, langsam zu fixiren, thut man gut, es durch ein neues Bad zu ersetzen, um so mehr, als bei dem billigen Preise des Fixirnatrons die Kosten kaum in Betracht kommen.

Manche Sorten von Gelatineplatten haben, namentlich wenn sie bei warmem Wetter und mit stark alkalischen Entwicklern entwickelt wurden, grosse Neigung zum Ablösen der Schicht, resp. zum „Kräuseln“ (d. h. Faltenbildung der Schicht an den Rändern) oder zur Pockenbildung.

Dieser Fehler tritt meist erst beim Waschen nach dem Fixiren auf, zuweilen auch schon im Fixirbade.

Als Abhülfe benutzt man sogenannte Alaunfixirbäder. Letztere werden in warmen Klimaten allgemein angewendet.

Das einfachste Alaunfixirbad erhält man durch Mischen von 1 Liter gesättigter Fixirnatronlösung mit $^1/_2$ bis 1 Liter

gesättigter Alaunlösung. Dieses Bad härtet die Platte während des Fixirens, so dass ein Kräuseln oder Loslösen der Schicht völlig vermieden wird, es hat aber den Nachtheil, dass es fortwährend feines Schwefelpulver abscheidet, welches sich auf die Schicht der Platten setzt und beim Auswässern der Platten durch Abwischen entfernt werden muss.

Zur Vermeidung dieser immerhin unangenehmen Schwefelabscheidung empfiehlt es sich, das Alaunfixirbad nach folgender Vorschrift anzusetzen:

Man mischt 1 Liter gesättigte Alaunlösung mit 300 ccm einer gesättigten Lösung von schwefligsaurem Natron, die man vor dem Mischen mit 15 ccm Eisessig ansäuert. Hierauf fügt man 1200 ccm gesättigte Fixirnatronlösung zu.

Alaunfixirbäder fixiren naturgemäss in Folge der Härtung der Gelatineschicht langsamer als gewöhnliche Fixirbäder, weshalb ihre Verwendung nur bei Platten, welche sehr starke Neigung zum Kräuseln oder Abschwimmen der Schicht haben, anzurathen ist.

In den meisten Fällen genügt die Anwendung eines Alaunbades, in welches man die Platten am besten nach dem Fixiren, aber ohne sie vorher abzuspülen, auf einige Minuten bringt. An Stelle einer einfachen Alaunlösung, welche in der mit Fixirnatron getränkten Gelatineschicht Schwefel abscheiden würde, empfiehlt es sich, ein Alaunbad zu verwenden, welches man durch Mischen von 1 Liter gesättigter Alaunlösung mit 300 ccm einer gesättigten Lösung von schwefligsaurem Natron, angesäuert mit 15 bis 20 ccm Eisessig, erhält.

Bei diesem Alaunbade ist die Schwefelabscheidung vollkommen vermieden.

Das Abschwächen der Negative.

Erweist sich ein Negativ als zu dicht, was natürlich nur Derjenige beurtheilen kann, der den richtigen, zum Copiren nöthigen Stärkegrad aus Erfahrung kennt, so wird es abgeschwächt.

Das Abschwächen kann bei Tageslicht vorgenommen wer-

den und zwar entweder sofort nach dem Fixiren und kurzem Abspülen oder auch bei dem schon getrockneten Negative.

Der gebräuchlichste und sicherste Abschwächer ist der Farmer'sche mit rothem Blutlaugensalz und Fixirnatron.

Derselbe hat folgende Zusammensetzung:

Lösung I: 100 g Fixirnatron,
500 ccm Wasser;

Lösung II: 10 g rothes Blutlaugensalz [1]),
50 ccm Wasser.

Zum Gebrauche mischt man 100 ccm Lösung I mit 5 ccm Lösung II. Die getrennten Lösungen sind haltbar, der gemischte Abschwächer muss aber sofort gebraucht werden, da er sich bald zersetzt.

Man badet das abzuschwächende Negativ in einer Schale unter Umschaukeln so lange in dem Abschwächer, bis es die normale Dichtigkeit bekommen hat, worauf man sofort gründlich wäscht.

In obiger Zusammensetzung arbeitet der Abschwächer ziemlich schnell. Wenn es sich nur um geringere Abschwächung handelt, empfiehlt es sich, die Lösung aufs Doppelte zu verdünnen. Sie arbeitet dann langsamer und es ist weniger Gefahr, das Negativ durch zu starke Abschwächung zu verderben.

Der chemische Vorgang beim Abschwächen mit rothem Blutlaugensalz ist folgender: Das Blutlaugensalz giebt mit dem Silber des Negatives gelbes Blutlaugensalz (Ferrocyankalium) und Ferrocyansilber:

$$4\,Ag + 2\,K_6Fe_2Cy_{12} = 3\,K_4FeCy_6 + Ag_4FeCy_6.$$

Letzteres, an sich in Wasser unlöslich, wird durch das Fixirnatron (unter Bildung von unterschwefligsaurem Silber und Ferrocyannatrium) gelöst.

Der Blutlaugensalz-Abschwächer schwächt das ganze Negativ, d. h. sowohl die Lichter als auch die Schattenpartien des Bildes ab.

---

[1]) Diese Lösung zersetzt sich bei längerem Stehen am Licht und muss deshalb im Dunkeln aufbewahrt werden.

Sehr häufig kommt nun der Fall vor, dass ein Negativ in den Schattenpartien die normale Dichtigkeit hat und nur die Lichter zu undurchsichtig sind. Würde man ein solches Negativ mit dem Blutlaugensalzabschwächer abschwächen, so würde die Zeichung in den Schattenpartien verloren gehen und das Negativ unbrauchbar werden.

Hier thut der Lumière'sche Ammoniumpersulfat-Abschwächer gute Dienste. Die Ammoniumpersulfatlösungen haben nämlich den Vortheil, nur die Lichter des Negatives, d. h. die am stärksten gedeckten Stellen, anzugreifen, während die feine Zeichnung in den Schatten nicht angegriffen wird. Wir haben also in diesem Abschwächer ein unschätzbares Mittel zur Verbesserung sogenannter „harter" Negative.

Der Ammoniumpersulfat-Abschwächer hat folgende Zusammensetzung:

10 g Ammoniumpersulfat,
500 ccm Wasser.

Aus den abzuschwächenden Negativen muss das Fixirnatron gründlich ausgewässert sein, da es das Ammoniumpersulfat zersetzt. Man badet das Negativ (am schnellsten verläuft die Abschwächung bei trockenen Negativen) so lange in der Lösung, bis es den gewünschten Charakter angenommen hat. Dann spült man es sofort ab, legt es einige Minuten in Fixirnatronlösung (1 : 5) und wäscht dann gründlich zur Entfernung des Fixirnatrons.

Man kann die Ammoniumpersulfatlösung wiederholt benutzen, doch ist Verwendung frischer Lösung rathsam, da schon gebrauchte Lösungen oft unzuverlässig arbeiten.

Das Verstärken der Negative.

Verstärken ist eine bei Anfängern sehr beliebte Operation, die dazu dient, zu dünne Negative, wie sie vielfach bei Ueber- oder Unterexposition und zu kurzer Entwickelung resultiren, intensiver zu machen. Man sollte diese Operation möglichst vermeiden und dafür sorgen, dass die Platte schon im Entwickler die nöthige Intensität erhält.

In allen Fällen ist dies allerdings nicht möglich, z. B.

bei sehr kurz exponirten Platten, wie Momentaufnahmen bei schlechtem Lichte. Derartige Negative sind oft so dünn, dass eine Verstärkung unbedingt nöthig ist, um das Negativ copirfähig zu machen.

Häufig sind Negative nur in den Schattenpartien verstärkungsbedürftig, während die Lichter schon genügend dicht oder gar zu dicht sind. Wenn man solche Negative ohne Weiteres verstärkte, so würde man zu harte Negative erhalten. Es empfiehlt sich daher, der Verstärkung eine Abschwächung mit Ammoniumpersulfat (siehe S. 106) vorausgehen zu lassen.

Durch Ueberexposition zu dünn („flau") gewordene Negative sind häufig verschleiert und der Schleier würde natürlich beim Verstärken mit verstärkt werden. Es ist daher rathsam, solche Negative zuerst mit Blutlaugensalz und Fixirnatron abzuschwächen, bis der Schleier verschwunden ist und erst dann die Verstärkung folgen zu lassen.

Alle Negative, welche verstärkt werden sollen, müssen unbedingt sehr gründlich ausfixirt (siehe S. 88) und gut ausgewaschen werden, weil nur dann die Verstärkung gatt von Statten geht und Verlust der Negative durch Gelb- oder Braunfärbung, entweder schon während der Verstärkung oder beim Aufbewahren der verstärkten Platten, vermieden wird.

Von den vielen bekannten Verstärkungsmethoden empfehlen wir als besonders geeignet die folgenden:

1. Der Quecksilberchloridverstärker:

Lösung I: 20 g Quecksilberchlorid[1]),
20 g Kochsalz,
1000 ccm destillirtes Wasser,
10 Tropfen reine Salzsäure;

Lösung II: 100 g krystallisirtes, schwefligsaures Natron,
800 ccm destillirtes Wasser.

Man badet das Negativ (dasselbe kann nass oder ge-

[1]) Quecksilberchlorid ist sehr giftig, so dass beim Arbeiten damit Vorsicht nöthig ist.

trocknet sein, doch empfiehlt es sich, trockene Negative vor dem Verstärken einige Zeit in Wasser einzuweichen) zunächst in einer Schale unter Umschaukeln in Lösung I, bis es grau oder für kräftige Verstärkung weiss geworden ist.

Hierauf wird das Negativ gut abgespült und dann in Lösung II gelegt, worin es sich schwarz färbt. Nachdem dies geschehen und von der Glasseite her keine weissen oder grauen Stellen mehr zu erkennen sind, wird sofort gründlich gewaschen, da durch weitere Einwirkung von Lösung II die Verstärkung wieder zurückgehen würde.

Der chemische Vorgang bei der Verstärkung mit Quecksilberchlorid ist folgender: Das metallische Silber des Negativs verbindet sich mit einem Theile des Chlors des Quecksilberchlorids zu Chlorsilber, wobei sich gleichzeitig Quecksilberchlorür (Calomel) bildet:

$$Ag + HgCl_2 = AgCl + HgCl.$$

Das Quecksilberchlorür wird durch das schwefligsaure Natron zu metallischem (in fein vertheiltem Zustande grauschwarz erscheinendem) Quecksilber reducirt.

Eine kräftigere Verstärkung erhält man, wenn man das mit Quecksilberchlorid gebleichte Negativ mit verdünntem Ammoniak übergiesst. Das Quecksilberchlorür (Calomel) färbt sich dann unter Bildung von Dimercurammoniumchlorid tiefschwarz:

$$2\,HgCl_2 + 2\,NH_3 = NH_2Hg_2Cl + NH_4Cl.$$

Das gleichzeitig in der Schicht enthaltene Chlorsilber löst sich im Ammoniak auf. Nach dem Ammoniakbade muss gründlich gewässert werden. Wenn man Ammoniak an Stelle des schwefligsauren Natrons zum Schwärzen benutzen will, ist es unbedingt nöthig, die Negative nach dem Behandeln mit Quecksilberchlorid gründlich auszuwässern, und zwar mindestens 10 Minuten in fliessendem Wasser.

Bei ungenügend gewaschenen Negativen entsteht beim Behandeln mit Ammoniak in der Schicht ein weisser Niederschlag von Quecksilberamid, welcher Gelbfärbung des Negativs bewirkt.

Zu bemerken ist, dass mit Ammoniak geschwärzte Negative mit der Zeit am Lichte ausbleichen, aus welchem Grunde die allerdings weniger intensive Schwärzung mit schwefligsaurem Natron vorzuziehen ist.

Ist die Verstärkung eines Negatives zu kräftig ausgefallen, so kann man dieselbe ganz oder theilweise entfernen, wenn man das Negativ in verdünnter Fixirnatronlösung (1 : 50) badet. Sobald genügende Tranzparenz erreicht ist, muss die weitere Wirkung der Lösung sofort durch Waschen unterbrochen werden.

2. Der Uranverstärker:

Lösung I: 1 g Urannitrat,
100 ccm destillirtes Wasser;

Lösung II: 1 g rothes Blutlaugensalz,
100 ccm destillirtes Wasser.

Die Lösungen sind im Dunkeln aufbewahrt lange Zeit haltbar.

Zum Gebrauche mischt man in der angegebenen Reihenfolge: 50 ccm Lösung I, 10 bis 12 ccm Eisessig, 50 ccm Lösung II.

Auch der gemischte Verstärker hält sich im Dunkeln längere Zeit und kann wiederholt benutzt werden, arbeitet aber am besten im frischen Zustande.

Der Uranverstärker ist äusserst ausgiebig. Die geringsten, auf dem Negative kaum sichtbaren Bildspuren können damit zur vollen Kraft verstärkt werden. Seine Anwendung empfiehlt sich deshalb besonders für sehr dünne Negative, welche mit Quecksilberverstärker keine genügende Kraft bekommen würden.

Platten, welche mit Uran verstärkt werden sollen, müssen besonders gründlich ausfixirt und gewaschen sein. Man badet sie unter fortwährendem Umschaukeln in dem Verstärker. Derselbe färbt die Negative zunächst braunschwarz, dann braun und schliesslich rothbraun.

Die braune und besonders rothbraune Farbe deckt ausserordentlich stark, man hüte sich deshalb vor allzu kräftiger Verstärkung; oft genügt schon eine ganz geringe

Verstärkung, da die Negative kräftiger copiren, als sie dem Auge erscheinen.

Nach beendigter Verstärkung werden die Negative einige Minuten ausgewässert. Allzu langes Waschen nimmt die Verstärkung wieder vollständig weg. Wenn man unter dem Wasserhahn wässert, so ist darauf zu achten, dass der Wasserstrahl nicht dauernd auf dieselbe Stelle des Negatives trifft, weil sonst dort ein heller Fleck entsteht.

Durch Ammoniak wird die Uranverstärkung sofort zerstört. Man kann diese Erscheinung zur partiellen Verstärkung benutzen, indem man zunächst die ganze Platte mit Uran verstärkt und dann von einzelnen zu dichten Stellen durch Bepinseln mit Ammoniak die Verstärkung wegnimmt.

Der chemische Vorgang bei der Uranverstärkung ist folgender: Das metallische Silber des Negatives wird durch das rothe Blutlaugensalz in Ferrocyansilber und Ferrocyankalium umgesetzt. Letzteres bildet mit dem Urannitrat rothes Ferrocyanuran.

Das Lackiren und Retouchiren der Negative.

Es ist nicht unbedingt nöthig, die mit Bromsilbergelatineplatten hergestellten Negative zu lackiren, da die Schicht gegen mechanische Verletzungen ziemlich widerstandsfähig ist. Doch ist das Lackiren bei werthvollen Negativen empfehlenswerth, besonders wenn dieselben häufig copirt werden sollen.

Die Lackschicht schützt das Negativ auch gegen Feuchtigkeit, gegen welche die Gelatineschicht ziemlich empfindlich ist.

Zum Lackiren kann man den käuflichen Negativlack benutzen. Derselbe wird zunächst sorgfältig filtrirt, dann auf das völlig trockene, gut abgestäubte Negativ, welches über einer Bunsen- oder Spirituslampe so stark angewärmt wurde, dass der Handrücken die Wärme noch gut vertragen kann, wie Collodium (siehe S. 120) aufgegossen.

Den überschüssigen Lack lässt man in eine besondere

Flasche abfliessen und kann ihn, nachdem er filtrirt und nöthigenfalls mit 96 proc. Alkohol verdünnt ist, wiederholt benutzen.

Nach dem Ablaufen des Lackes erwärmt man das Negativ wieder vorsichtig, um das Trocknen der Lackschicht zu beschleunigen, sowie um zu vermeiden, dass dieselbe milchig wird, was beim Trocknen in der Kälte zuweilen geschieht. Es ist gut, die lackirten Negative, bevor man sie copirt, einige Stunden stehen zu lassen, damit die Schicht Zeit hat, völlig zu erhärten.

Das Lackiren muss in einem staubfreien Raume vorgenommen werden.

Statt käuflichen Negativlack zu benutzen, kann man denselben auch nach folgender Vorschrift leicht selbst herstellen:

1000 ccm 96⁰ Alkohol,
75 g grob zerkleinerter, gebleichter Schellack,
75 g Sandarak,
2 ccm Ricinusöl.

Dieser Lack giebt eine spiegelglatte, sehr harte und widerstandsfähige Schicht. —

Lackirte Negative können nicht verstärkt oder abgeschwächt werden. Ist solches nöthig, so muss die Lackschicht entfernt werden.

Dieses „Ablackiren“ geschieht am besten folgendermaassen:

Man legt das Negativ in eine Lösung von 2 g Aetzkali in 100 ccm Alkohol.

Die Lackschicht wird hierin nach kurzer Zeit milchig und kann leicht mit einem Wattebausch herunter gewischt werden. Nachdem dies geschehen ist, wäscht man das Negativ so lange, bis das Wasser, welches anfangs von der Platte fettartig abgestossen wird, gleichmässig angenommen wird.

Dieses Ablackiren mit alkoholischer Aetzkalilösung ist dem Ablackiren mit reinem Alkohol vorzuziehen, weil die Lackschicht schneller und sicherer entfernt wird. —

Das Retouchiren der Negative. Die Negative zeigen häufig kleine Fehler, d. h. transparente Punkte und Flecke, welche entweder Plattenfehler sind oder durch unsorgfältiges Arbeiten, z. B. ungenügendes Abstäuben der Platten vor dem Einlegen in die Kassetten, entstanden sind.

Diese transparenten Punkte würden sich auf den Copien als schwarze Punkte bemerkbar machen und müssen deshalb auf dem Negative wegretouchirt werden. Man stellt zu dem Zwecke das Negativ auf ein Retouchirpult, wie solche in allen Handlungen photographischer Bedarfsartikel zu haben sind und füllt die transparenten Punkte mit einem feinen, spitzen Pinsel mit chinesischer Tusche aus.

Ausser diesem „Ausflecken“ sind häufig noch weitere Retouchen erforderlich. Die Photographie hat die Eigenthümlichkeit, die Schatten dunkler wiederzugeben, als sie dem Auge erscheinen. Man ist deshalb gezwungen, diese Schatten, z. B. Falten im Gesichte bei Porträtaufnahmen, etwas zu mildern, ebenso Sommersprossen, Leberflecke etc., welche oft sehr störend hervortreten.

Dies geschieht mit Bleistift und zwar benutzt man am besten mittelharte Nummern. Um das Annehmen der Bleistiftretouche zu erleichtern, reibt man die betreffenden Stellen des Negatives mit einem Leinwandlappen dünn mit „Matto-leïn“ ein. Das Mattoleïn besteht aus einer Lösung von 10 g Dammarharz in 50 ccm Terpentinöl. Näheres über die Retouche von Porträts siehe „Grasshoff's Retouche“, Berlin, Verlag von Gustav Schmidt.

In den Schatten der Negative nur schwach angedeutete Zeichnung kann man auf den unlackirten Platten durch Ueberwischen mit einer weichen Estompe und Graphitpulver verstärken.

Auch kann man das Negativ auf der Glas- oder auch Schichtseite mit Mattlack übergiessen, auf welchem sich sehr gut mit Bleistift arbeiten lässt.

Zu bemerken ist hierbei, dass auf der Glasseite angebrachte Retouchen unscharf, auf der Schicht angebrachte dagegen scharf copiren.

Durch theilweises Abkratzen der Mattlackschicht von der Glasseite der lackirten Platte kann man bewirken, dass die betreffenden Stellen dunkler copiren.

Mattlack ist in guter Qualität käuflich, doch kann man ihn auch nach folgender Vorschrift selbst herstellen:

1000 ccm Aether,
100 g pulverisirten Sandarak,
350 ccm Toluol.

Das Toluol darf erst nach vollständiger Lösung des Sandaraks zugefügt werden.

Der Mattlack wird vor dem Gebrauche sorgfältig filtrirt, dann wie Negativlack aufgegossen, doch wird das Negativ nicht wie bei diesem erwärmt.

Zu dick gewordener Mattlack wird mit Aether verdünnt. Verdünnen mit Alkohol macht den Lack unbrauchbar.

Die mit Mattlack überzogenen Negative müssen vor dem Retouchiren einige Zeit stehen bleiben, weil die Lackschicht kurz nach dem Lackiren nicht genügend widerstandsfähig ist. —

Das Retouchiren ist eine Arbeit, welche viel Geschick und vor allem auch künstlerisches Verständniss erfordert. Durch übertriebene Retouche wird häufig den Negativen mehr geschadet als genützt. Für Anfänger empfiehlt es sich, die Retouche nur auf lackirten Platten vorzunehmen, weil bei diesen fehlerhafte Retouche durch Ablackiren wieder vollständig entfernt werden kann.

Aufnahmen mit farbenempfindlichen Platten.

Unsere gewöhnlichen photographischen Platten sind nur für blaues, violettes und ultraviolettes Licht empfindlich. Es ergeben sich daher bei Aufnahme farbiger Originale Unrichtigkeiten; so wirkt, wenn man z. B. eine gelbe Schrift auf blauem Grunde aufnimmt, der blaue Grund sehr stark auf die photographische Platte, die gelbe Schrift dagegen so gut wie gar nicht. Copirt man das Negativ, so ist das Resultat, dass die Schrift dunkel auf hellem Grunde erscheint, also genau umgekehrt als im Original.

Aus diesem Grunde sind die gewöhnlichen Platten für Gemäldeaufnahmen so gut wie unbrauchbar. Aber auch bei Aufnahmen von Landschaften und Porträts können durch die Unempfindlichkeit der Platten gegen grünes, gelbes und rothes Licht grosse Fehler entstehen. So wirkt z. B. das gelbe und grüne Laub stets zu wenig auf die photographische Platte, so dass es in der Copie zu dunkel erscheint, der blaue Himmel, sowie der über den Bergen liegende bläuliche Dunst dagegen viel zu stark, so dass sie in der Copie viel zu hell wiedergegeben werden. Bei Porträts bleiben die gelblichen Sommersprossen auf dem Negative stark zurück und geben daher auf dem Negative dunkele Flecke, welche durch Negativretouche entfernt werden müssen.

Alle diese Fehler vermeidet man durch Anwendung der farbenempfindlichen Platten, d. h. Platten, welche durch Baden in gewissen Farblösungen für die von diesen absorbirten Strahlen empfindlich gemacht worden sind.

Diese von H. W. Vogel schon 1873 entdeckten Platten (s. S. 14) drangen erst seit dem Jahre 1879 bis 1880, ungefähr mit dem Auftreten der Gelatineplatten, in die Praxis. Gegenstand von Versuchen waren sie bis dahin in der Hand einzelner Forscher.

Attout Tailfer brachte zuerst farbenempfindliche Gelatineplatten, die mit dem von Waterhouse schon 1875 als ausgezeichneten Sensibilisator erkannten Eosin als optischem Sensibilisator gefärbt waren, in den Handel.

H. W. Vogel entdeckte das Chinolinroth und Cyanin als ausgezeichneten optischen Sensibilisator, und es wurden farbenempfindliche Platten, gefärbt mit Chinolinroth und etwas Cyanin, als sog. Azalinplatten in den Handel gebracht.

Neuerdings werden die Platten meist mit einem von Eder und H. W. Vogel als besonders geeignet erkannten Eosinfarbstoff, dem Erythrosin (Tetrajodfluoresceïnnatrium) farbenempfindlich gemacht. Die farbenempfindlichen Platten besitzen, neben ihrer Empfindlichkeit für grünes, gelbes und rothes Licht, auch noch ihre ursprüngliche Empfindlichkeit für blaues Licht. Die Blauempfindlichkeit ist sogar am

stärksten und muss deshalb durch Einsetzen einer das blaue Licht absorbirenden Gelbscheibe vor oder hinter dem Objective herabgedrückt werden. Als solche benutzt man eine mit Aurantiacollodium überzogene sehr ebene Spiegelscheibe. Recept zu Aurantiacollod:

100 ccm Collodium mit $1^3/_4$ Proc. Wolle, 0,3 g leicht lösliches Aurantia (Actiengesellschaft für Anilinfabrikation, Berlin).

Durch Einschaltung der Gelbscheibe wird die Expositionszeit naturgemäss verlängert und zwar beträgt dieselbe das drei- bis vierfache der bei gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatten erforderlichen Zeit.

H. W. Vogel und J. B. Obernetter wiesen nach, dass die Lichtempfindlichkeit der Erythrosinplatten wesentlich gesteigert werden kann, wenn man nicht reines Erythrosin, sondern eine Mischung von diesem mit Silbernitrat, in der sich Erythrosinsilber bildet, zum Färben der Platten benutzt. Das Erythrosinsilber hat weiter den Vortheil, dass es die Blauempfindlichkeit bedeutend herabdrückt, so dass Erythrosinsilberplatten auch ohne Gelbscheibe benutzt werden können.

Farbenempfindliche Platten werden in guter Qualität von verschiedenen Firmen, z. B. Otto Perutz, München, in den Handel gebracht und zwar sind diese Platten meist durch Zusatz von Erythrosinsilberlösung zur gussfertigen Emulsion farbenempfindlich gemacht.

Die Verarbeitung guter farbenempfindlicher Platten unterscheidet sich in keiner Weise von der gewöhnlicher Platten. Einschaltung einer Gelbscheibe ist bei Verwendung von Erythrosinsilberplatten bei Landschafts- und Porträtaufnahmen meist überflüssig und nur bei Gemäldeaufnahmen, welche viel Blau enthalten, nöthig.

Beim Entwickeln ist darauf zu achten, dass die Platten nicht unnöthig lange dem rothen Lichte ausgesetzt werden, weil sonst Verschleierung zu befürchten ist. Bei Erythrosin- und Erythrosinsilberplatten ist indessen keine besondere Vorsicht erforderlich, weil diese Platten besonders für grünes

und gelbes Licht, wenig für rothes Licht empfindlich sind. Rothempfindliche Platten müssen dagegen mit grosser Vorsicht entwickelt und so wenig wie möglich dem Lichte der Dunkelkammerlampe ausgesetzt werden, weil sonst leicht Verschleierung eintritt.

Man kann auch die gewöhnlichen Platten des Handels leicht durch Baden in Farblösungen farbenempfindlich machen. Die so hergestellten Platten besitzen jedoch nicht die Haltbarkeit der fertig gekauften farbenempfindlichen Platten, sind aber, was die Farben- und Gesammtempfindlichkeit anbetrifft, diesen weit überlegen.

Als besonders geeignet empfehlen sich die nachstehend angegebenen Farbbäder, in denen man die auf beiden Seiten gut abgestäubten Platten in einer reinen Schale unter Umschaukeln bei möglichst schwachem, rothem Lichte zwei Minuten lang badet, worauf sie im Dunkeln auf Plattenböcken zum Trocknen aufgestellt werden.

Die Farbbäder müssen vor dem Gebrauche sorgfältig filtrirt werden. In 500 ccm Bad kann man ein Dutzend Platten 9 × 12 bis 13 × 18 cm baden. Nach dem Gebrauche werden die Bäder am besten weggegossen, da frische Bäder zuverlässiger arbeiten und die Kosten bei der geringen Concentration nicht in Betracht kommen.

Erythrosinbad:

100 ccm Erythrosinlösung [1 g Erythrosin [1]) : 1000 ccm destillirtes Wasser],
300 „ destillirtes Wasser,
4 „ Ammoniak (spec. Gew. 0,91).

Die in diesem Bade präparirten Platten sind drei bis vier Wochen haltbar. Sie müssen stets mit Gelbscheibe verarbeitet werden, während die mit nachstehendem Erythrosin-

---

[1]) Die chemische Bezeichnung für Erythrosin ist Tetrajodfluoresceïnnatrium. Dasselbe ist zu beziehen von Meister, Lucius, Brüning u. Co. in Höchst a. M., ferner Actiengesellschaft für Anilinfabrikation, Berlin, sowie Theodor Schuchardt in Görlitz.

silberbade präparirten Platten auch ohne solche gute Farbenwirkung zeigen.

Erythrosinsilberbad:

100 ccm Erythrosinlösung (1 g Erythrosin : 1000 ccm destillirtes Wasser),
200 „ destillirtes Wasser,
100 „ Silbernitratlösung[1]) (1 g Silbernitrat : 1000 ccm destillirtes Wasser),
4 „ Ammoniak (spec. Gew. 0,91).

Die Erythrosinsilberplatten sind sehr empfindlich, so dass sie selbst zu Momentaufnahmen benutzt werden können. Sie müssen möglichst frisch verarbeitet werden, da sie im Sommer schon nach drei bis vier Tagen verdorben sind, im Gegensatz zu den im Handel befindlichen Erythrosinsilberplatten, welche eine monatelange Haltbarkeit besitzen.

Die Erythrosin- und Erythrosinsilberplatten sind nur für blaues, grünes und gelbgrünes resp. gelbes Licht empfindlich, trotzdem reichen dieselben zur Aufnahme der meisten farbigen Gegenstände aus. Nur bei Aufnahme von Gemälden, welche viel Roth enthalten, kann unter Umständen die Anwendung rothempfindlicher Platten geboten sein. Da letztere wesentlich schwieriger zu verarbeiten sind, wird man sie nur im Nothfalle benutzen.

Zur Präparation derartiger Platten benutzt man ein Gemisch von Erythrosin- und Cyaninlösung. Letztere giebt die Rothempfindlichkeit.

Erythrosin-Cyaninbad:

Man stellt sich zunächst folgende Vorrathlösungen her:

100 ccm Erythrosinlösung (1 g Erythrosin : 500 ccm Alkohol),
10 „ Cyaninlösung (0,5 g Cyanin : 500 ccm Alkohol).

---

1) Bei Zusatz der Silberlösung entsteht ein rother Niederschlag von Erythrosinsilber, der sich nach Zufügung des Ammoniaks wieder auflöst.

Dann mischt man 100 ccm Erythrosinlösung mit 10 ccm Cyaninlösung und bewahrt die Mischung im Dunkeln oder in einer schwarzen Flasche auf, da Cyanin ziemlich lichtempfindlich ist.

Das Farbbad hat folgende Zusammensetzung:

8 ccm Erythrosin-Cyaninlösung,
40 „ Alkohol,
160 „ destillirtes Wasser,
2 „ Ammoniak (spec. Gew. 0,91).

Erythrosin-Cyaninplatten müssen mit gelber Scheibe exponirt werden. Sie sind unempfindlicher als reine Erythrosin- oder Erythrosinsilberplatten und müssen daher reichlich belichtet werden.

Bromsilbergelatine-Films.

An Stelle der schweren und zerbrechlichen Glasplatten werden jetzt häufig von Amateuren, namentlich auf Reisen, sogenannte Films benutzt.

Diese Films, welche von verschiedenen Firmen in guter Qualität in den Handel gebracht werden, bestehen meist aus Celluloïd, und sind in gleicher Weise wie die Bromsilbergelatineplatten mit der lichtempfindlichen Emulsion überzogen.

Man unterscheidet in Formate geschnittene Films und sogenannte Rollfilms. Erstere werden wie Glasplatten in die Kassetten gelegt, mit einem Brettchen als Hinterlage, um das Durchbiegen der Films durch die Kassettenfedern zu verhindern. Die Rollfilms werden dagegen in Rollkassetten verarbeitet. Es genügen bei diesen nach jeder Exposition wenige Umdrehungen einer Rolle, um ein neues Stück des Filmstreifens an Stelle des belichteten zu bringen. Auf Reisen sind Rollfilms den in Formate geschnittenen Films vorzuziehen, besonders die sogenannten „Tageslichtfilms“ oder „Filmpatronen“, bei denen die lichtempfindliche Film mit einem schwarzen Papierstreifen zusammengewickelt und durch letzteren vor Licht geschützt ist, so dass das Einsetzen

einer neuen Rolle in die Kassette bei vollem Tageslichte geschehen kann, sind äusserst praktisch.

Ein Nachtheil der Rollfilms ist, dass man nicht einzelne Aufnahmen entwickeln kann, sondern erst die ganze Rolle exponiren muss. Für einzelne Aufnahmen sind daher die in Formate geschnittenen Films vorzuziehen.

Neben den Celluloïdfilms, welche ziemlich theuer sind, kommen auch Negativpapiere mit abziehbarer Schicht in den Handel. Ein solches abziehbares Negativpapier sind unter anderen die sogenannten „Sekkofilms“, welche wesentlich billiger als Celluloïdfilms sind und gleichfalls recht gute Resultate geben. Die Verarbeitung der Films und Negativpapiere unterscheidet sich nur wenig von der gewöhnlicher Platten und kann bezüglich näherer Einzelheiten auf die den Fabrikaten beigegebenen Gebrauchsanweisungen verwiesen werden.

Die am häufigsten vorkommenden Fehler beim Arbeiten mit Bromsilbergelatineplatten.

1. „Schleier“, d. h. ein mehr oder weniger starker, grauer Belag des Negativs, kann aus verschiedenen Gründen entstehen und zwar: a) Durch Ueberexposition. Bei überexponirten Platten erscheint das Bild sehr schnell und verschleiert nach kurzer Zeit. Abhülfe: Reichlicher Zusatz von Bromkaliumlösung zum Entwickler. b) Zu kräftiger Entwickler. Abhülfe: Verdünnen des Entwicklers oder Zusatz von Bromkaliumlösung. c) Die Platte hat Nebenlicht bekommen, z. B. durch undichte Camera, Kassetten oder Plattenschachteln. d) Schlechte Dunkelkammerbeleuchtung, d. h. die rothen Scheiben lassen schädliches Licht durch oder die Lampe ist zu hell. e) Die Platte wurde dem Lichte der Dunkelkammerlampe zu lange Zeit ausgesetzt. Abhülfe: Man entwickle möglichst im Schatten oder in bedeckter Schale. Namentlich farbenempfindliche Platten dürfen dem rothen Lichte nicht zu lange ausgesetzt werden. f) Zu alte Platten oder schlechtes Plattenfabrikat. Schleierige Negative

kann man mit Blutlaugensalzabschwächer behandeln, bis der Schleier verschwunden ist, worauf man die Platten, falls sie zu dünn geworden sind, nach gutem Waschen verstärkt.

2. „Silberschleier“, d. i. ein silberglänzender Belag der Platte, der in der Durchsicht meist gelblich oder röthlich erscheint, entsteht, wenn Fixirnatron in den Entwickler gekommen ist (z. B. durch schlecht gewaschene Finger). Auch durch sehr lange fortgesetzte Entwicklung, um bei unterexponirten Platten möglichst viel Details herauszuholen, kann Silberschleier entstehen. Abhülfe: Behandeln des Negatives mit verdünntem Blutlaugensalzabschwächer. Der Silberschleier verschwindet schnell, worauf das Negativ sofort gründlich gewaschen werden muss, um Einwirkung des Abschwächers auf das Bild zu vermeiden.

3. „Gelbschleier“ kann entstehen durch zu alten, verdorbenen Entwickler, ein altes erschöpftes Fixirbad oder durch zu kurzes Fixiren. In letzterem Falle tritt die Gelbfärbung erst beim Trocknen der Negative auf und wird dann mit der Zeit immer stärker. Abhülfe: Gründliches Behandeln des Negatives mit frischem, saurem Fixirbade. Ferner entsteht Gelbschleier beim Verstärken mit Quecksilber, wenn die Negative ungenügend fixirt oder nach dem Fixiren nicht genügend gewaschen wurden.

4. „Schlammschleier“ entsteht durch Niederschläge im Fixirbade, welche sich auf der Gelatineschicht festsetzen. Abhülfe: Man übergeht das Negativ unter Wasser mit einem breiten, weichen Pinsel. Von schon getrockneten Negativen ist der Schlammschleier nur nach gründlichem Einweichen durch vorsichtiges Reiben mit den Fingern oder einem Wattebausch zu entfernen.

5. „Kalkschleier“, d. i. ein weisser Niederschlag von oxalsaurem Kalk, entsteht bei mit Eisenoxalat entwickelten Platten, wenn zum Waschen sehr kalkhaltiges Wasser benutzt wurde. Abhülfe: Baden des Negatives in Salzsäurelösung 1 : 20.

6. „Randschleier“, d. h. schwarze Ränder, welche sich mehr oder weniger weit nach der Mitte des Negatives

erstrecken, kommt zuweilen bei zu alten, namentlich hoch- oder farbenempfindlichen Platten vor.

7. „Entwicklungsstreifen“ entstehen, wenn der Entwickler die Platte nicht gleichmässig bedeckt, sondern stellenweise abgestossen wird. Es bilden sich so scharf begrenzte Linien oder helle Flecke, an denen der Entwickler nicht oder nur kürzere Zeit gewirkt hat. Zur Vermeidung dieses Fehlers empfiehlt es sich für Anfänger, den Entwickler reichlich zu nehmen. Auch durch kurzes Einlegen der Platte vor dem Entwickeln in Wasser kann man das Ueberfliessen des Entwicklers erleichtern.

8. Kreisrunde, durchsichtige Flecke entstehen, wenn während der Entwicklung Luftblasen an der Schicht haften.

9. Fingerabdrücke entstehen durch unvorsichtiges Anfassen der trockenen Platten mit schweissigen oder feuchten Fingern.

10. Feine, nadelstichartige, transparente Punkte sind die Folge von mangelhaftem Abstäuben der Platten vor dem Einlegen in die Kassetten.

11. Helle oder dunkele Punkte oder Flecke können auch Plattenfehler sein.

12. Die Gelatineschicht wirft an den Rändern der Platte Falten („kräuselt“). Dieser Fehler tritt besonders im Sommer bei hoher Temperatur auf und zwar meist erst beim Waschen nach dem Fixiren. Ursache: a) Zu warme Entwicklungs- und Fixirbäder. b) Stark alkalischer Entwickler. Namentlich der Rapidhydrochinon-Entwickler bewirkt leicht Kräuseln der Platten. Abhülfe: Fixiren der Platten im Alaunfixirbade (s. S. 103).

13. Harte, d. h. zu contrastreiche Negative entstehen: a) durch zu grelle Beleuchtung; b) zu concentrirten oder zu viel Bromkalium enthaltenden Entwickler; c) zu kurze Exposition. Abhülfe: Abschwächen der Negative mit Ammoniumpersulfatlösung.

14. Flaue Negative entstehen durch Ueberexposition oder durch Mangel an Bromkalium im Entwickler. Auch

zu dünn gegossene Platten oder schlechtes trübes Licht kann die Ursache flauer Negative sein.

15. Zu dünne Negative entstehen durch sehr starke Unterexposition, ferner durch zu kurze Entwicklung. Abhülfe: Verstärken.

16. Zu dichte, undurchsichtige Negative entstehen durch zu lange Entwicklung oder zu kräftigen Entwickler. Abhülfe: Abschwächen.

Die Herstellung von Bromsilbergelatineplatten.

Die Fabrikation der Bromsilbergelatineplatten ist jetzt ein wichtiger photographisch-chemischer Industriezweig geworden. Die Herstellung der Platten erfordert grosse Erfahrungen, so dass für den Consumenten die Benutzung der käuflichen Platten vorzuziehen ist. Dennoch dürfte eine kurze Beschreibung der Anfertigung von Bromsilbergelatineplatten von Interesse sein.

Versetzt man eine Lösung eines Bromsalzes, z. B. Bromkalium, in Wasser mit wässeriger Silbernitratlösung, so bildet sich ein käsiger Niederschlag von Bromsilber, der sich bald zu Boden setzt, nach folgender Gleichung:

$$\underbrace{KBr}_{\text{Bromkalium}} + \underbrace{AgNO_3}_{\text{Silbernitrat}} = \underbrace{AgBr}_{\text{Bromsilber}} + \underbrace{KNO_3}_{\text{Kaliumnitrat}}.$$

Löst man aber das Bromsalz statt in blossem Wasser in lauwarmer Gelatinelösung auf und fügt dann unter Umrühren Silbernitratlösung hinzu, so entsteht kein käsiger Niederschlag, sondern äusserst fein vertheiltes, pulveriges Bromsilber, welches in der Gelatinelösung suspendirt bleibt und eine sogenannte „Emulsion“ bildet.

Die einzelnen Bromsilberpartikelchen haben eine Grösse von ungefähr 0,0008 mm.

Durch längeres Erwärmen der Bromsilbergelatineemulsion für sich oder mit Zusatz von Ammoniak vergrössert sich das Bromsilberkorn bedeutend und zwar auf 0,003 mm

und man nimmt an, dass eine andere Bromsilbermodification, das körnige Bromsilber, entsteht, welches sich durch besonders hohe Empfindlichkeit auszeichnet. Man nennt diesen Vorgang das „Reifen" der Emulsion.

Die verschiedenen Verfahren zur Herstellung empfindlicher Bromsilbergelatineemulsion laufen sämmtlich auf Bildung dieses hochempfindlichen körnigen Bromsilbers hinaus. Neben dem Bromsilber enthält die fertig gereifte Gelatineemulsion auch beträchtliche Mengen von Nitraten, welche durch Wechselzersetzung des Bromsalzes mit dem Silbernitrate entstanden sind (siehe obige Gleichung). Diese Nitrate müssen aus der Emulsion entfernt werden. Zu diesem Zwecke lässt man die Emulsion in der Kälte erstarren, schneidet sie dann mit einem Hornmesser in Nudeln (oder presst sie durch grobmaschigen Stoff) und wäscht diese längere Zeit, wobei die Nitrate in Lösung gehen, während das unlösliche Bromsilber in der Gelatine zurückbleibt.

Die gewaschene Emulsion wird durch Wärme verflüssigt, durch Flanell oder Leder filtrirt, und ist dann fertig zur Präparation von Glasplatten.

Die im Allgemeinen angewendeten Methoden zur Herstellung von Gelatineemulsionen sind folgende:

1. Die Digerirmethode. Bei dieser wird lauwarme Bromsalzgelatinelösung mit Silbersalzlösung versetzt und die so erhaltene wenig empfindliche Emulsion tagelang bei einer Temperatur von circa 30° R. flüssig erhalten, wodurch die Empfindlichkeit gesteigert wird. Dieses Verfahren ist das älteste; es wird wegen der langen Zeit, welcher man dazu bedarf, kaum mehr angewendet.

2. Die Kochmethode. Bei dieser wird in der oben angegebenen Weise hergestellte Gelatineemulsion eine halbe bis zwei Stunden in siedendes Wasser gestellt und dadurch die Empfindlichkeit erhöht.

3. Die Ammoniakmethode. Hier wird die Bromsalzgelatine entweder mit Silberoxydammoniaklösung versetzt oder eine nach 2. bereitete Emulsion nur kurze Zeit gekocht, dann abgekühlt, worauf man Ammoniak zufügt und durch

vorsichtiges Digeriren bei mässiger Temperatur ein sehr stark empfindliches Bromsilber erzeugt.

4. Das kalte Emulsionsverfahren. Bei diesem wird das Bromsilber in sehr gelatinearmer Lösung, welche bei Zimmertemperatur nicht mehr erstarrt, bei Gegenwart von Ammoniak erzeugt. Man lässt dann, zur Steigerung der Empfindlichkeit, die Emulsion, ohne zu erwärmen, 12 bis 24 Stunden stehen. Diese Methode giebt ebenfalls hochempfindliche Platten.

Grundregeln bei der Herstellung von Bromsilbergelatineemulsion sind: 1. dass man der Gelatinelösung stets das Bromalkali zusetzt und dann die Silberlösung zugiebt, nicht umgekehrt; 2. dass man nur einen Theil der Gelatine bei der Emulsificirung (Mischung der Bromsalzlösung mit der Silberlösung) zusetzt, den anderen Theil erst nach erfolgtem Kochen oder Digeriren, und dass man 3. stets einen Ueberschuss von Bromalkali nimmt.

Die Gründe für 1. und 3. sind, dass das Silbersalz öfter eine nachtheilige Nebenwirkung auf Gelatine ausübt und so zu „Rothschleier“ bei der Entwicklung Ursache giebt. Ferner erschwert überschüssiges Bromsalz die Reduction des Bromsilbers beim Kochen und verhindert dadurch Schleier.

Die Gründe für 2. sind, dass die Gelatine durch längeres Erhitzen stets eine Verflüssigung erleidet und an Erstarrungskraft einbüsst. Es ist ferner beobachtet worden, dass das Reifen (Bildung der hochempfindlichen Modification) in gelatinearmer Lösung viel rascher erfolgt als in gelatinereicher [1]).

Bezüglich der Praxis der drei Processe ist zunächst zu

---

[1]) Eder hat die entgegengesetzten Beobachtungen gemacht. Eine gelatinereiche Emulsion giebt schon nach zehn Minuten langem Kochen bei 100° C. eine ausserordentliche Empfindlichkeit. Eder empfiehlt folgendes Recept: 24 g Bromkalium, 20 g Gelatine werden in 200 ccm Wasser gelöst, mit einer Lösung von 30 g Silbernitrat in 125 ccm Wasser versetzt, durch 30 bis 40 Minuten gekocht und dann 20 g Gelatine, gelöst in 400 ccm Wasser, zugegeben.

erwähnen, dass Ammoniak nicht allein die Empfindlichkeit, sondern auch die Intensität steigert. Wird daher auf letztere besonderes Gewicht gelegt, so ist der Ammoniakprocess vorzuziehen; derselbe erfordert jedoch sehr reine, harte Gelatine, da dieselbe durch Ammoniak zum Theil an Erstarrungskraft einbüsst.

Die Gelatinequantität wird von den verschiedenen Autoren sehr verschieden angegeben. H. W. Vogel nimmt auf 1 Thl. Bromammon 1 Thl. Gelatine. Eder anderthalb bis doppelt so viel und Abney auf 15 Thle. Bromammon (und Jodkalium) 19 Thle. Gelatine. Von harter Gelatine braucht man weniger, von weicher mehr. Nach H. W. Vogel's Versuchen kann man mit dem Gelatinegehalte bis auf zwei Drittel des in Anwendung gebrachten Bromammoniums herabgehen. Bei weiterer Verminderung leidet die Empfindlichkeit. Eder sagt: „Der relativ geringe Gelatinegehalt hat den Vorzug, dass 1. die zerkleinerte und gewaschene Emulsion nicht zu viel Wasser aufsaugt, 2. ein geringeres Quantum von dieser an Bromsilber reichen Emulsion auf die Platte gegossen zu werden braucht und dennoch dichte, undurchsichtige Schichten resultiren, was den Vortheil des rascheren Trocknens, sowie des festeren Haftens der Schicht am Glase bewirkt. Sehr dicke Schichten verziehen sich beim Entwickeln leicht und lösen sich von der Glasplatte los. Zu wenig Gelatine giebt ein sehr grobes Bromsilber, welches nicht suspendirt bleibt.“ Monckhoven sagt, und zwar mit Recht, dass die Vermehrung der Gelatine in der Emulsion die Bilder weich macht, die Verminderung der Gelatine aber intensiver, ja sogar hart.

Abney wendet zwei Sorten Gelatine an, etwa 1 Thl. harter (Simeon) auf 3 Thle. weicher (Nelson I). Die weiche Gelatine erleichtert die Entwicklung und Fixage. Bei zu harter Gelatine entwickeln die Platten sehr langsam. Dieser Fehler lässt sich durch Zusatz von Glycerin heben.

Häufig pflegt man dem Bromsalze $^1/_2$ bis $^1/_4$ Proc. Jodsalz zuzusetzen, wodurch die Empfindlichkeit nach Schumann erhöht wird.

Die Apparate. Für die Herstellung der Gelatine-emulsionen gebraucht man ein Wasserbad, für Versuche im Kleinen einen gewöhnlichen Theekessel (s. Fig. 58). *T* bezeichnet den mit Wasser gefüllten Kessel, der durch eine

Fig. 58.

Bunsenlampe *B* erwärmt wird, *P* eine Porcellanbüchse, wie sie die Apotheker zum Aufbewahren von Chemikalien benutzen (der Deckel ist in der Zeichnung fortgelassen), *J* einen Trichter, dessen Hals mit Watte so verstopft wird, dass warmes, probeweise rasch aufgegossenes Wasser nur tropfenweise durchläuft. *S* ist ein Glasstab zum Rühren und *t* ein Thermometer.

Sollen 200 ccm Emulsion dargestellt werden, so nimmt man eine Büchse von circa 400 ccm Inhalt, Dimensionen ungefähr doppelt so lang wie hoch. Der Apparat muss natürlich im Dunkelzimmer aufgestellt sein; als Beleuchtung dient eine Lampe mit rothem Cylinder nach beifolgender Abbildung (Fig. 59).

Während des Mischens der Emulsion und so lange überhaupt Bromsalz im Ueberschusse vorhanden ist, braucht man mit der Beleuchtung nicht sehr ängstlich zu sein, da die Gegenwart von Bromsalz

die Empfindlichkeit bedeutend herabdrückt. Erst bei Verarbeitung der gewaschenen hochempfindlichen Emulsionen, sei man mit dem Lichte vorsichtig und vermeide, die Emulsion den directen Lichtstrahlen der Lampe zu lange auszusetzen. Das Zimmer lasse man zur Vermeidung des hellen Widerscheines der Lampe schwarz streichen.

Fig. 59.

Beim Ansetzen grösserer Quantitäten Emulsion nehme man für den Trichter einen mit heissem Wasser gefüllten hohlen Blechmantel, der die Silberlösung warm hält.

Für Quantitäten über 2 Liter ist folgende Rührvorrichtung empfehlenswerth (s. Fig. 60), bestehend in einem Ebonitrührer *r*, der in die Lösung einer Büchse *P* eintaucht und sich um eine senkrechte, mit conischem Rade *r* versehene Axe *a* dreht. In das Rad greift ein zweites mit horizontaler Axe r^1, welches durch eine Kurbel direct oder indirect (mit Riemenscheibe *D*) in Bewegung gesetzt werden kann. Die Pappscheibe *X* verhindert das Einfallen von abgeriebenen Metalltheilchen des Mechanismus $r r^1$ in die Emulsion. Es empfiehlt sich, unter die Büchse *P* zwei Eisenstäbe zu legen, damit das Wasser unter dem

Fig. 60.

Boden circuliren kann; anderenfalls erhitzt sich dieser stärker als die Seitenwände und das Bromsilber backt fest. Von den vielen Methoden, welche für die Herstellung von Bromsilberemulsionen publicirt worden sind, folgt hier eine von H. W. Vogel mit Erfolg versuchte als Beispiel.

Der Arbeitsraum muss natürlich vom Tageslichte abgeschlossen sein.

1. Das Silbern. Da, wie nachgewiesen, das Silbern bei hoher Temperatur eine bedeutend empfindlichere Emulsion giebt als das bei niederer, so wird diese Operation jetzt fast allgemein bei Temperaturen von 48 bis 58° R. vorgenommen.

Man thue 12 g Bromammon (oder besser $11^3/_4$ g Bromammon und $^1/_4$ g Jodkalium), 2 g Gelatine (von Simeon oder Heinrich) in den Porcellantopf, bringe dazu 100 ccm destillirtes Wasser und stelle die Büchse in den inzwischen auf circa 60° R. erwärmten Wasserkessel; das Wasser in demselben darf nicht sieden, sondern nur „singen“.

Ferner wiege man 8 g Gelatine ab und weiche diese in destillirtem, kaltem Wasser in einem Becherglase oder Topfe so lange, bis das Silbern und Kochen vollendet ist.

Dann werden in einem Kolben 20 g krystallisirtes Silbernitrat in 100 ccm destillirtem Wasser gelöst und der Kolben in einen zweiten Wasserkessel von 60° R. gesetzt.

Hierauf prüft man mit blauem Lackmuspapier beide Flüssigkeiten (die Bromsilbergelatine- und Silberlösung) auf ihre Reaction. Reagirt das Silber oder die Gelatine alkalisch, so setze man zu beiden je zwei bis vier Tropfen Eisessig und prüfe nochmals mit Lackmus. Reagiren dann beide sauer, so stelle man die Temperatur in der Gelatinelösung mit einem reinen Thermometer fest; ist diese über 48° R., so kann das Silbern beginnen, indem man darauf achtet, dass Silberlösung warm auf den Trichter gegossen und die Bromammonium-Gelatinelösung während des Einfliessens der Silberlösung fortwährend tüchtig gerührt wird, da sonst grobkörniges Bromsilber entsteht. Das Wasserbad muss im Singen, bei circa 60° R., erhalten werden.

2. Das Kochen. Sobald das Silbern vollendet ist, spült man das im Trichter hängende Silber noch mit etwas destillirtem Wasser nach und verstärkt dann die Flamme, um das Wasserbad rasch zum Sieden zu bringen. Sobald das Thermometer 78° R. zeigt, deckt man den Porcellandeckel auf und siedet je nach der Empfindlichkeit, die man erlangen will, eine halbe bis zwei Stunden.

Zeitweises Umrühren mit dem im Gefässe zu lassenden Glasstabe ist anzurathen. Zuweilen setzt sich ein Bodensatz von Bromsilber ab, der aber durch Umrühren wieder vertheilt werden kann.

Die Empfindlichkeit einer so hergestellten Emulsion ist bei 1½ stündigem Sieden das drei- bis vierfache der nassen Collodiumplatte.

Es bedarf unbedingt des nachträglichen Behandelns mit Ammoniak, um die Emulsion auf die jetzt übliche Empfindlichkeit zu bringen. Man darf dabei aber die Temperatur nicht über 30° steigen lassen. Der Grundriss dieses combinirten Processes rührt von Eder her.

3. Das Digeriren der Emulsion mit Ammoniak. Nach dem Sieden wird die Emulsion bis auf 24° R. durch Einsetzen des Topfes in kaltes Wasser abgekühlt, dann auf die angegebene Quantität Emulsion 4½ ccm Ammoniak (spec. Gew. 0,91), verdünnt mit der gleichen Menge Wasser, unter Umrühren zugefügt und dann der Topf in Wasser von 29 bis 30° R. gesetzt und letzteres auf dieser Temperatur gehalten. Man controlire öfter das Thermometer und hüte sich, die Temperatur über 30° R. hinaus zu steigern, da die Emulsion sonst schleierig arbeitende Platten giebt. Man digerire so 50 bis 60 Minuten. Nach beendigter Digestion fügt man den Rest der Gelatine (aufgequollen, abgetropft, dann durch Wärme gelöst und bis 24° R. abgekühlt) hinzu, rührt gut um, ohne jedoch Schaum zu erzeugen und kühlt dann die Emulsion durch Einstellen des Topfes in kaltes Wasser oder besser Eis ab.

Nach einigen Stunden ist die Emulsion genügend erstarrt.

4. Das Pressen. Die fertige Emulsion enthält noch bedeutende Mengen salpetersaures Ammoniak und überschüssiges Bromammon. Diese müssen entfernt werden, was durch Auswaschen geschieht. Die Gelatine wäscht sich nicht leicht aus; sie wird daher zunächst fein vertheilt und zwar durch Pressen der geronnenen Masse durch Canevas, d. i. grobmaschiges Zeug, und zwar solches von 4 bis 5 mm Maschenweite.

Für die Pressung wird die geronnene Masse, nachdem sie mittelst eines Glasstabes von der Gefässwand abgelöst worden ist, auf den Netzstoff gebracht, derselbe dann zu einem Beutel zusammengefaltet und nun die Masse mit der Hand unter Wasser ausgedrückt. Die Gelatinenudeln treten durch die Maschen und setzen sich bald zu Boden. Erscheint die darüber stehende Flüssigkeit milchig, so zeugt dies von einer ziemlich starken Gelatinezersetzung beim Kochen; es ist aber keineswegs ein Zeichen der Unbrauchbarkeit. Grösste Sauberkeit der Hände ist bei dieser Arbeit Bedingung.

Statt die Emulsion durch Canevas zu pressen, kann man sie auch in einer Glasschale erstarren lassen und dann mit einem Hornkamme in Nudeln von 4 bis 5 mm Durchmesser schneiden.

5. Das Waschen. Das über den Nudeln stehende Wasser wird abgegossen und frisches Wasser aufgegossen. Nachdem man mit dem Glasstabe gut umgerührt hat, lässt man wiederum absetzen, giesst dann das Wasser ab etc.; dieses wiederholt man sechsmal. Zum Schluss giesst man zweimal destillirtes Wasser auf und prüft dann auf Gehalt an Bromsalz, indem man einen abgefüllten Theil des letzten Waschwassers mit ein paar Tropfen einer 10 procentigen Silbernitratlösung versetzt. Zeigt dasselbe nach einigen Minuten noch eine merkliche Trübung, so muss der Waschprocess noch fortgesetzt werden, bis eine Trübung nicht mehr auftritt.

Man hat für das Waschen der Emulsion besondere Vor-

richtungen construirt, die jedoch aufmerksame Bedienung erfordern.

Man thut die Gelatinenudeln am besten in einen geräumigen Organtinbeutel und hängt diesen an einem quer übergelegten Stabe in einen mit Wasser gefüllten kleinen Bottich oder in ein geräumiges Glas.

Fig. 61.

Sehr praktisch für Versuche im Kleinen ist nach Eder die von Schumann angegebene Vorrichtung (Fig. 61). Eine birnförmige Glasglocke wird an der engeren Oeffnung mit Mull verschlossen, die Gelatinenudeln hineingethan und das Ganze in ein geräumiges Glas, mit Wasser gefüllt, gehängt. Beim Wasserwechsel braucht man die Glocke unter tüchtigem Rühren der Nudeln nur zu heben, wobei dann das Wasser durch den Mullboden abläuft.

Fig. 62.

Man kann sich auch nach Eder einer geräumigen Theekanne aus Porcellan, welche statt mit einem Deckel mit einem Organtinlappen verschlossen ist, bedienen. In solcher Kanne wird die Emulsion gewaschen, indem man durch den Schnabel derselben mittelst eines Kautschukschlauches Wasser zuleitet, welches durch den Organtin wieder austritt. Die Emulsion wird so beständig aufgewirbelt und wäscht sich in kurzer Zeit aus.

Beistehende Figur 62 zeigt uns einen Turnbull'schen Waschapparat, welcher in beliebiger Dimension angefertigt werden

kann. Das Waschwasser wird durch das Rohr *DF* bis zum Boden des Gefässes geleitet und fliesst durch den Trichter *B* und den Heber *C* ab, welcher mit Organtin verschlossen ist.

Gründliches Auswaschen der Emulsion ist unbedingt erforderlich, da bei schlecht gewaschener Emulsion die Salze beim Trocknen der Platten auskrystallisiren. Bei Nudeln von 4 bis 5 mm wasche man in fliessendem Wasser vier bis fünf Stunden.

6. Abtropfen und Filtriren. Nach dem Auswaschen der Emulsion lässt man das anhängende Wasser abtropfen. Hierauf wird der Topf mit den Nudeln in Wasser von circa 50° gesetzt, bis alle Nudeln geschmolzen sind.

Die Emulsion würde nun vergossen werden können, aber sie enthält meistens noch Unreinigkeiten (Holzfasern aus der Gelatine, Staub etc.). Man filtrirt daher die Emulsion und zwar am besten durch angefeuchteten und gut ausgedrückten Flanell. Sie muss hierbei heiss gehalten werden, damit die Emulsion nicht erstarrt.

Die filtrirte Lösung, welche sich bei kühlem Wetter über acht Tage hält, ist jetzt zum Giessen fertig.

7. Das Giessen der Platten. H. W. Vogel empfiehlt, die Platten stets mit dem von ihm zuerst empfohlenen Unterguss von Chromgelatine vorzupräpariren. Diese Präparation ist einfacher wie Putzen und erhöht ferner das feste Haften der Schicht an der Glasplatte.

Für die Untergusslösung wird 1 g Gelatine in 300 ccm warmen Wassers gelöst, filtrirt und nach dem Erkalten 6 ccm filtrirte Chromalaunlösung (1 : 50) zugefügt. Diese Lösung hält sich vier bis sechs Tage, bei Zusatz einiger Tropfen Carbolsäure wochenlang.

Vor dem Giessen werden die Glasplatten zunächst gut gesäuert, dann tüchtig unter Abreiben gewaschen und schliesslich in eine Schale mit destillirtem, filtrirtem Wasser gelegt. Aus diesem werden die Platten einzeln herausgenommen, mit einer Portion Gelatinelösung begossen, welche man rings umlaufen und dann ablaufen lässt. Dieser erste Aufguss verdrängt das Wasser. Man giebt nach Ablauf

desselben einen zweiten Aufguss und stellt hierauf die Platten zum Ablaufen und Trocknen senkrecht hin. Im Winter verrichte man das Gelatiniren in einem warmen Raume, da kalte Platten die Gelatine schlecht annehmen.

Behufs Emulsionirung legt man die getrockneten Platten, die gelatinirte Seite nach oben, auf eine auf einem Nivellirgestelle liegende, mit der Wasserwage horizontal ausgerichtete Glasplatte, giesst die nöthige Menge Emulsion (für eine 13 × 1·8 cm-Platte genügen 10 ccm) auf und vertheilt die Emulsion vorsichtig mit einem Glasstabe. Die Platten bleiben dann so lange in horizontaler Lage liegen, bis die Emulsion vollständig erstarrt ist, worauf man sie auf einen Plattenständer zum Trocknen senkrecht aufstellt.

Obernetter präparirt die Glasplatten mit Wasserglaslösung (1 : 200) vor. Die Platten werden gut gesäuert, dann getrocknet und mit einem Leinwandlappen dünn mit der Wasserglaslösung eingerieben, worauf man mit einem trockenen Leinenlappen nachputzt.

Ueber so vorpräparirte Platten läuft die Emulsion wie Collodium, so dass ein Vertheilen derselben mit dem Glasstabe nicht nöthig ist. Die aufgegossene Emulsion wird durch Hin- und Herneigen auf der Platte gleichmässig vertheilt und dann der Ueberschuss von einer Ecke in eine Flasche ablaufen gelassen. Die Emulsion darf nicht zu dünn auf die Platte gegossen werden, da man sonst kraftlose Negative erzielt.

Die Flasche mit der abgelaufenen Emulsion stellt man in warmes Wasser, um sie später zu filtriren und dann wieder zu verwenden.

Das Nivellirgestell, auf welches die Platten zum Erstarren gelegt werden, muss wenigstens solche Dimensionen besitzen, dass sechs Platten darauf Platz haben. Beim Giessen der sechsten Platte ist die erste gewöhnlich so weit erstarrt, dass sie zum Trocknen aufgestellt werden kann.

Im Sommer geht das Erstarren der Emulsion oft sehr langsam vor sich; es empfiehlt sich dann, die Platten auf einen mit Eis gefüllten horizontal gestellten Blechkasten zu legen.

In Fabriken werden meist grössere Platten mit speciell dazu construirten Giessmaschinen mit Emulsion überzogen und dann in kleinere Formate zerschnitten.

8. Das Trocknen. In einem gut gelüfteten, staubfreien und gut verdunkelten Zimmer trocknen die Platten von selbst. Bei feuchtem Winterwetter verläuft jedoch die Trocknung zu langsam und die Emulsionsschichten zersetzen sich dann.

Zum Trocknen kleiner Mengen Platten empfiehlt sich die Anwendung eines Trockenkastens aus Weissblech, dessen Durchschnitt nebenstehende Figur 63 zeigt. Der Kasten wird durch eine Thür luftdicht geschlossen; in demselben sind Platten aus Blech (*a*) so horizontal angebracht, dass die Luft in der Richtung der Pfeile über die auf diesen Blechen liegenden Bromsilberplatten streichen kann. Die Luft tritt unterhalb des untersten Bleches durch eine Röhre (*u*) ein. Um den erforderlichen Luftzug hervorzubringen, befindet sich oben ein Schornstein (*S*) von circa 1 m Höhe, in welchem eine Gasflamme *f* brennt; unter der Flamme ist ein Schattenblech (*b*) anzubringen. Sobald das Gas angezündet ist, entsteht im Schornsteine ein kräftiger Luftzug, der die Luft durch den Kasten saugt. Die Platten trocknen hierin eben so schnell wie in einem gut ventilirten Zimmer. Um das Trocknen bei feuchtem Wetter zu beschleunigen, kann man unten in den Kasten eine Schale mit geschmolzenem Chlorcalcium setzen. Die Thür muss dicht an die Kanten *aaa* anliegen, damit die Luft richtig circulirt. Die in den Kasten eintretende Luft muss staubfrei sein.

Fig. 63.

Nach ähnlichem Principe hat man grosse Trockenkästen aus Holz construirt. Je höher der Schornstein, je kräftiger die Flamme, desto besser ist die Ventilation.

In Fabriken hat man besondere Trockenräume, die natürlich dunkel sind und bei denen der Luftzug mittelst Ventilatoren erzeugt wird. Häufig wird auch die zugeführte Luft zunächst bis auf 20° R. vorgewärmt.

9. Das Verpacken der Platten. Zur Verpackung der Platten benutzt man Pappkästen, die lichtdicht gearbeitet sein müssen.

Die erste und die letzte Platte wendet die Glasseite nach aussen. Das Packet wird am besten zunächst in Paraffinpapier, dann in zwei Lagen dichtes, mattes schwarzes Papier gewickelt. Das Ganze kommt dann in die Pappschachtel. Der Aufbewahrungsort für die Platten muss stets trocken sein.

Wegen Mangel an Raum können wir hier nicht weiter auf die übrigen Methoden zur Herstellung von Trockenplatten eingehen und müssen bezüglich weiterer Details auf H. W. Vogel, Handbuch der Photographie, III. Theil, Berlin bei Gustav Schmidt, verweisen.

II. Das nasse Collodiumverfahren.

Das „nasse Collodiumverfahren", so genannt, weil die Platten im nassen Zustande belichtet werden, ist, nachdem es lange Zeit das allgemein gebräuchliche Negativverfahren war, jetzt von der Porträt-, Landschafts- und Amateurphotographie vollständig durch das leichter und einfacher ausführbare Bromsilbergelatine-Trockenverfahren verdrängt worden, dagegen spielt es in der Reproductionstechnik noch heute eine wichtige Rolle.

Man zieht es hier dem Gelatineverfahren aus verschiedenen Gründen vor. Einmal sind die Collodiumnegative trotz der bedeutend (circa 10 bis 20 Mal geringeren) Unempfindlichkeit der Platten wesentlich schneller fertig gestellt als Gelatinenegative, da das Entwickeln, Verstärken, Fixiren und Auswässern bedeutend schneller beenigt ist als bei Gelatineplatten.

Ferner zeichnen sich die Collodiumnegative durch besondere Klarheit und Schärfe aus, welcher Umstand das Verfahren besonders zur Aufnahme von Strichzeichnungen geeignet macht. Ein dritter Vortheil des nassen Verfahrens ist die grosse Billigkeit desselben, sowie der Umstand, dass der Photograph in wenigen Minuten sich Platten beliebigen Formates präpariren kann und so vom Fabrikanten unabhängig gemacht ist.

Eine kurze Beschreibung des Verfahrens dürfte deshalb von Interesse sein.

Zur Ausübung des nassen Collodiumverfahrens benutzt man Glasplatten, entweder Fensterglas bester Sorte oder (für mathematisch genaue Reproduction) Spiegelglas. Dieses wird einige Stunden in mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnte Salpetersäure gelegt, um oberflächlich anhaftende Unreinigkeit zu zerstören, dann sorgfältig unter Wasser gewaschen, mit Leinen abgetrocknet und mit einigen Tropfen Ammoniak und Leinen polirt, bis die Platte den Hauch überall gleichmässig annimmt.

Man fasst nun die Platte an einer Ecke, entfernt den Staub mit Hülfe eines Kameelhaarpinsels (Abstäuber) und giesst auf die horizontal gehaltene Platte mit Jod- und Bromsalzen versetztes Collodium (Recept s. u.). Durch vorsichtiges Neigen der Platte (wozu Uebung gehört) lässt man das Collodium ringsum fliessen und über eine Ecke ablaufen. Streifen in der Ablaufrichtung vermeidet man durch Drehung der Platte in ihrer eigenen Ebene. Die Collodiumschicht lässt man nur halbtrocken werden, d. h. man wartet nur so lange, bis der letzte ablaufende Tropfen erstarrt ist und taucht sie dann in der Dunkelkammer bei gelbem Licht in eine filtrirte Auflösung von salpetersaurem Silber, das sogenannte Silberbad. Die Platte muss rasch und ohne Stockung in das Silberbad tauchen, stagnirt das Silberbad an einer Stelle, so entsteht daselbst ein unvertilgbarer Streifen. Die Platte bleibt so lange im Silberbade, bis alle fettigen Streifen (herrührend von der Abstossung der alkoholisch-ätherischen Schicht gegen die wässerige Lösung) verschwunden sind, dann nimmt man

sie mittelst eines Hakens aus Hartgummi, des sogenannten „Silberhakens“, heraus, lässt die Silberlösung gut abtropfen und bringt sie noch nass von anhängender Silberlösung zur Exposition in die Camera obscura.

Im Silberbade entsteht durch Wechselzersetzung des Silbernitrats mit dem in der Collodiumschicht enthaltenen Jodsalze Jodsilber nach folgender Gleichung:

$$\underbrace{NH_4J}_{\text{Jodammonium}} + \underbrace{AgNO_3}_{\text{Silbernitrat}} = \underbrace{AgJ}_{\text{Jodsilber}} + \underbrace{NH_4NO_3}_{\text{Ammoniumnitrat.}}$$

Das Jodsilber bleibt als feiner Niederschlag innerhalb der Collodiumschicht suspendirt, während das Ammoniumnitrat sich im Silberbade auflöst.

Das unsichtbare Bild, welches in der Camera entstanden ist, wird durch Uebergiessen mit einer Eisenvitriollösung entwickelt. Die Entwicklung muss sofort nach beendigter Exposition vorgenommen werden, da die Collodiumschicht sonst zu trocknen anfängt, wodurch Flecke und andere Fehler verursacht werden.

Das Uebergiessen des Entwicklers muss so geschehen, dass derselbe sofort gleichmässig über die ganze Platte fliesst. Ungleichmässiges Fliessen des Entwicklers bewirkt sogenannte „Entwicklungsstreifen“.

Bei diesem Entwicklungsprocesse, der vor dem Unempfindlichmachen der Collodiumschicht durch Natronbad (s. u.) in der Dunkelkammer bei gelbem Lichte vorgenommen wird, erkennt man erst, ob das Bild zu lange oder zu kurz belichtet worden ist. In ersterem Falle springt es plötzlich hervor und erscheint auffällig grau, im letzteren Falle wird es erst nach sehr langer Wirkung des Entwicklers sichtbar und zeigt sich nur in den hellsten Stellen des Bildes (den Lichtern) hinreichend deutlich. Ein richtig exponirtes Bild erscheint nicht allzu schnell. Man sieht zuerst die hellsten Lichter, später erst werden die weniger hellen Stellen sichtbar, endlich die Details in den Schatten.

Gewöhnlich ist das Bild, welches man so erhält, noch nicht undurchsichtig genug, um im Copirprocesse verwendet

werden zu können. Man pflegt es deshalb zu kräftigen (der Verstärkungsprocess); dieses geschieht durch Uebergiessen einer Mischung von verdünnter salpetersaurer Silberlösung, die mit Citronensäure angesäuert ist (s. u.) und zu der man etwas sehr verdünnte Pyrogallussäure mischt. Letztere reducirt das Silber als feines Pulver und dieses schlägt sich nun an den belichteten Stellen nieder, die ebenfalls aus Silberkörnchen (entstanden durch Reduction der an der nassen Platte hängenden Silberlösung durch den Eisenvitriol des Entwicklers) bestehen.

Die Beurtheilung, wie weit zu verstärken ist, ist Erfahrungssache, ebenso wie die Beurtheilung der Expositionszeit.

Strichzeichnungen bedürfen in der Regel einer höchst intensiven Verstärkung, Porträts und Landschaften einer viel schwächeren.

Nach dem Verstärken wird das Bild mit unterschwefligsaurer Natrium- oder Cyankaliumlösung behandelt und dadurch das Jod- und Bromsilber aufgelöst (Fixiren), schliesslich die Platte sorgfältig gewaschen, getrocknet und mit Negativlack gleichmässig übergossen. Dieser bildet nach dem Trocknen eine schützende Decke, ohne welche die zarte Collodiumschicht beim Copiren leicht zerkratzt werden könnte.

Der chemische Vorgang bei der Entwicklung der Collodiumplatte ist ein wesentlich anderer als beim Gelatineverfahren. Während bei letzterem durch den Entwickler das in der Schicht enthaltene belichtete Brom- und Jodsilber zu metallischem Silber reducirt wird, bleibt beim nassen Verfahren das Jodsilber völlig unverändert.

Die Eisenvitriollösung reducirt nur die der Platte anhaftende Silbernitratlösung zu metallischem Silber, welches sich als feines Pulver an den belichteten Stellen der Platte niederschlägt. Man nennt diese Entwicklung zum Unterschiede von der beim Gelatineverfahren in Anwendung kommenden „chemischen Entwicklung“ die „physikalische Entwicklung“. Der Verstärkungsprocess mit Silbernitrat

und Pyrogallussäure ist als eine fortgesetzte Entwicklung aufzufassen.

Statt die Negative vor dem Fixiren mit Silbernitrat und Pyrogallussäurelösung „physikalisch“ zu verstärken, kann man sie auch nach dem Fixiren „chemisch“ verstärken.

Diese chemische Verstärkung beruht auf der Ueberführung des grauen pulverigen Silbers, aus welchem das fixirte Bild besteht, in dunkele Silberverbindungen. Der einfachste Fall der Art ist die Wirkung des Quecksilberchlorids:

$$2\,HgCl_2 + 4\,Ag = 2\,Ag_2Cl + Hg_2Cl_2.$$

Es entsteht also das dunkele Silberchlorür neben Calomel (Quecksilberchlorür), welches sich in der Bildschicht niederschlägt.

Dieses Calomel kann zur weiteren Verstärkung verwendet werden, indem man das so verstärkte Bild mit Ammoniak übergiesst. Es entsteht dann schwarzes Chlorquecksilberamid:

$$Hg_2Cl_2 + 2\,NH_3 = NH_2Hg_2Cl + NH_4Cl.$$

Man kann auch das mit Quecksilber gebleichte Bild mit Schwefelammonium schwärzen. Es bildet sich dann Schwefelsilber und Schwefelblei.

Hier ist Quecksilber in die Schicht getreten. Es lassen sich aber, wie Grüne gezeigt hat, auch andere Metalle in der Schicht niederschlagen. Wir besprechen diese Methoden weiter unten.

Lösungen für den nassen Negativprocess.

1. Collodium. Collodium ist eine Lösung von Nitrocellulose in Alkohol und Aether (Rohcollodium), welche zum photographischen Gebrauche mit Jod- und Bromsalzen versetzt ist (jodirtes Collodium). Man benutzt dazu eine Nitrocellulose, welche nicht hoch nitrirt ist und zwar meist Tetranitrocellulose. Hoch nitrirte Wolle (Penta- und Hexa-

nitrocellulose) löst sich schwer oder nicht in Alkohol und Aether und ist explosiv (Schiessbaumwolle).

Collodiumwolle kommt in ausgezeichneter Qualität in den Handel, so dass die früher vielfach bei Photographen gebräuchliche Selbstdarstellung nicht anzurathen ist. Besonders zu empfehlen ist die Collodiumwolle der chemischen Fabrik auf Actien vormals E. Schering, welche unter dem Namen „Celloidinwolle“ verkauft wird.

Man löst 2 Thle. Collodionwolle in 50 Thln. Alkohol von 95° und 50 Thln. Aether, indem man zuerst den Alkohol aufgiesst, damit durchweichen lässt, den Aether nachgiesst und tüchtig schüttelt. Auf diese Weise erhält man ein 2 proc. Rohcollodium.

Im Sommer oder im heissen Klima empfiehlt es sich, den Aethergehalt zu verringern, im Winter oder im kalten Klima, denselben zu vermehren. Man lasse das Rohcollodium mindestens acht Tage stehen und giesse dann das Klare ab. Der Bodensatz ist bei schlechter Wolle oft sehr beträchtlich.

Fertiges geklärtes Rohcollodium ist zu billigen Preisen im Handel und empfiehlt sich dessen Anwendung um so mehr, als zum Bezuge der feuergefährlichen Collodiumwolle neuerdings eine specielle polizeiliche Erlaubniss nöthig ist.

Jodirtes Collodium. Für das nasse Verfahren salzt man das Collodium mit Jodsalz und Bromsalz. Ersteres giebt den Bildern die Intensität, letzteres bedingt die Lichtempfindlichkeit für dunkele Gegenstände. Die zum Jodiren genommenen Salze müssen in Alkohol und Aether löslich, dabei haltbar sein und möglichst neutral reagiren. Cadmiumsalze machen das Collodium dicker, Alkalisalze machen es dünner. Zu schwache Salzung giebt schleierhafte und unempfindliche Platten, zu viel Salz giebt Streifen.

Bei einem Collodium, das $1^1/_2$ Proc. Wolle enthält, nehme man höchstens 2,2 Proc. und nicht weniger als $1^1/_4$ Proc. Cadmiumsalze. Cadmiumsalze sind am leichtesten, Kalisalze am schwersten in Alkohol löslich. Am wenigsten haltbar sind Ammoniak- und Lithiumsalze; damit jodirte Collodien zeichnen sich durch Empfindlichkeit aus. Man

muss sie rasch verbrauchen, Cadmiumjodirungen halten jahrelang.

Man löst die Jodirungssalze in Alkohol, filtrirt und mischt dann das Filtrat dem Rohcollodion zu.

Das beste Verhältniss von Jodsalz und Bromsalz ist etwa 1 Aeq. des letzteren auf 5 Aeq. des ersteren.

Man löst 1 g Bromcadmium und 5 g Jodcadmium in 20 ccm Alkohol und mischt dazu 270 ccm Collodium mit 2 Proc. Pyroxylin.

Oder man löst 10 g Jodcadmium, 0,4 g Jodnatrium, 0,3 g Bromnatrium in 30 ccm Alkohol und verdünnt mit 90 ccm Collodium.

Man nimmt gern verschiedene Jod- und Brommetalle, weil sich dann Doppelsalze bilden, die meist löslicher sind als ihre Componenten.

Enthält das Collodium freies Jodammon, so ist es weniger haltbar, aber empfindlicher (es hält sich dennoch mehrere Monate). Eder empfiehlt als solches Collodium:

Man löst 7 g Jodcadmium, 3,2 g Jodammonium und 1,2 g Bromammonium in 175 ccm Alkohol.

Diese Lösung wird nach dem Filtriren mit dem dreifachen Volumen Rohcollodium gemischt.

2. Silberbad. Als solches dient am besten eine Lösung von 10 g Silbernitrat in 100 g Wasser. Diese Lösung pflegt jedoch im reinen Zustande merkliche Mengen Jodsilber aufzulösen und dadurch die Platten anzufressen. Um solches zu verhindern, wird das Bad theilweise schon vorher mit AgJ nahezu gesättigt. Man setzt zu 100 ccm desselben 2,5 ccm einer Lösung von 1 g Jodkalium in 100 g Wasser. Das Silberbad darf nicht alkalisch reagiren, sonst erzeugt es bei der Entwicklung graue abnorme Niederschläge, Schleier genannt. Das Silberbad löst trotz der beschriebenen Behandlung noch Jodsilber aus den Platten auf; ist es damit gesättigt, so scheidet sich das Jodsilber in Verbindung mit Silbernitrat in Krystallen aus und veranlasst feine nadelstichartige Löcher auf den Platten. Diese Krystalle sind, wie H. W. Vogel feststellte, in der Wärme schwerer löslich

im Silberbad als in der Kälte, aus welchem Grunde die Jodsilberausscheidung häufiger im Sommer als im Winter auftritt.

Alte Silberbäder arbeiten in Folge der beim Silbern der Platten darin übergegangenen organischen Substanzen oft fehlerhaft. Die darin präparirten Platten arbeiten dann schleierig und unsauber. Um derartige Bäder wieder verwendbar zu machen, versetzt man sie unter Umschütteln tropfenweise mit einer Lösung von übermangansaurem Kali. Das Bad färbt sich hierdurch rosa. Man fährt mit dem Zusatze der übermangansauren Kalilösung so lange fort, bis die zuerst bald verschwindende Rosafärbung eine Minute lang bestehen bleibt.

3. Entwickler. Als solchen benutzt man jetzt ausschliesslich eine Eisenvitriollösung von mässiger Stärke, die man zur Erleichterung des gleichmässigen Ueberfliessens über die alkoholische Schicht mit etwas Alkohol versetzt. Man nehme 5 Thle. Eisenvitriol, 3 Thle. Alkohol, gelöst in 100 Thln. Wasser. Ein bis zwei Tropfen Schwefelsäure genügen, um die Trübung durch sich ausscheidende basische Oxydsalze zu verhindern.

4. Verstärker. 1 Thl. Silbersalz, 1 Thl. Citronensäure, 50 Thle. Wasser. Diese Lösung hält sich lange Zeit. Unmittelbar vor dem Gebrauche mischt man sie mit einer sehr verdünnten Pyrogallussäure.

Man löst 1 Thl. Pyrogallussäure in 10 Thln. Alkohol. Diese Lösung ist haltbar. Zum Gebrauche verdünnt man 4 ccm davon auf 100 ccm mit Wasser. Die Mischung von Pyrogallussäure und Silbersalz zersetzt sich bald und wirkt dann nicht mehr, sie ist von der Platte zu entfernen, sobald sie trübe geworden ist, sonst bewirkt sie blaue Schleier in den Schatten des Bildes.

Gilt es besonders intensive Verstärkung, wie bei Zeichnungen, so muss man wiederholt neue Portionen des Verstärkers mischen und auf die Platte giessen. Solches ist unbequem und kostspielig. Rascher gelangt man mit den chemischen Verstärkungsmethoden zum Ziele, die jedoch nach dem Fixiren vorzunehmen sind. Behufs

Aufnahme von Zeichnungen werden die Platten relativ kurz belichtet, um die Striche möglichst klar zu erhalten, entwickelt und fixirt, ohne verstärkt zu werden, und sehr gut gewaschen. Als Probe des guten Waschens kann man ein paar Tropfen von der Platte in eine Quantität verdünnter, weingelb erscheinender Lösung von Jodtinctur in Wasser fallen lassen; nur wenn dieselbe nicht entfärbt wird, ist die Platte rein. Die Platte legt man alsdann 10 bis 15 Minuten in den sogenannten Bleiverstärker, d. i. eine filtrirte Lösung von 4 Thln. salpetersaurem Blei und 6 Thln. rothem Blutlaugensalz in 100 Thln. destillirtem Wasser. Sie wird darin gelbweiss und besteht nunmehr aus Ferrocyanblei und Ferrocyansilber. Die Platte kann nun in verschiedener Weise weiter behandelt werden. Erstens: Durch Uebergiessen einer Lösung von 1 Thl. rothem chromsaurem Kali in 10 Thln. Wasser. Diese Lösung vermischt man mit einem Viertel ihres Volums Ammoniak. Hierdurch verwandelt sich das Bleisalz in chromsaures Blei, d. i. Chromgelb, welches für viele Zwecke hinreichend deckt (wenn auch solche Platte dem Auge sehr dünn erscheint) und auch zu Bildern mit Halbtönen verwendet werden kann. Nach dem Uebergiessen wird die Platte wiederum gewaschen, getrocknet und lackirt. Zweitens: Man übergiesst die Platte mit einer Mischung aus 1 Thl. der genannten chromsauren Kalilösung und 1 Thl. Ammoniak. Dadurch entsteht Chromorange, welches eine weit kräftigere Decke giebt, die für Strichreproductionen vortrefflich ist. Waschen wie oben. Drittens: Will man eine ganz undurchsichtige Decke, so übergiesst man die in Blei gebadeten und gewaschenen Platten mit Schwefelammonium. Dadurch werden sie intensiv schwarz.

Zu bemerken ist, dass jeder Verstärker durchaus keine neue Details im Bilde herausbringt, sondern nur die vorhandenen dunkeler macht.

Es giebt ausser dem Eder'schen Bleiverstärker noch andere auf chemischem Wege wirkende Verstärker.

Z. B. Selle's Uranverstärker, bestehend in einer Mischung

von Ferridcyankalium und Urannitrat. Beide bilden in Berührung mit Silber Ferrocyansilber und Ferrocyanuran von dunkelbrauner Farbe.

Ferner Quecksilberjodid gelöst in Jodkalium, welches die Negative unter Bildung von Quecksilberjodür und Silberjodür dunkelgrau färbt:

$$2\,HgJ_2 + 4\,Ag = 2\,Ag_2J + Hg_2J_2.$$

Diese Verstärker werden aber seltener verwendet.

Dagegen ist die Verstärkung mit Quecksilber sehr gebräuchlich. Der Quecksilberverstärker hat folgende Zusammensetzung:

60 g Quecksilberchlorid,
60 g Kochsalz,
1000 ccm Wasser,
1 ccm Salzsäure.

Man legt das zu verstärkende, nach dem Fixiren sehr gut gewaschene Negativ in diese Lösung. Es färbt sich zunächst grau und nach längerer Zeit weiss.

Ist nur schwache Verstärkung erforderlich, so wäscht man das grau gewordene Negativ einige Minuten und übergiesst es dann mit verdünntem Ammoniak, worauf abermals gut gewaschen und dann getrocknet wird.

Eine äusserst kräftige Verstärkung erzielt man, wenn man das in der Quecksilberlösung ganz weiss gewordene Negativ nach sehr gründlichem Auswaschen mit verdünnter Schwefelammoniumlösung (1 : 10) übergiesst. Nach dem Schwärzen mit Schwefelammonium spült man das Negativ gut ab, übergiesst es mit verdünnter Salzsäure (1 : 10), wodurch eine etwa entstandene Gelbfärbung entfernt wird, wäscht wieder gut und trocknet.

Die Verstärkung mit Quecksilber und Schwefelammonium wirkt äusserst kräftig und wird deshalb besonders häufig zur Verstärkung von Strichaufnahmen verwendet.

Ueber die chemischen Vorgänge bei der Quecksilberverstärkung siehe Seite 139.

Einer der besten jetzt verwendeten Verstärker, der noch

kräftigere Deckung als der Quecksilberverstärker giebt, ist der Bromkupferverstärker. Derselbe wird folgendermaassen angesetzt:

Lösung I:	Kupfervitriol	100 g
	Bromkalium	40 g
	Destillirtes Wasser	1200 ccm
Lösung II:	Silbernitrat	5 g
	Destillirtes Wasser	100 ccm

Beide Lösungen sind haltbar und wiederholt benutzbar. Behufs Anwendung wird die fixirte Platte erst sehr gut gewaschen, dann in Lösung I gelegt, worin sie nach kurzer Zeit weiss wird. Man wäscht sie dann wiederum gut und giesst Lösung II darüber. Dadurch wird sie schwarz. Das geschwärzte Negativ kann man nach der Behandlung mit Silberlösung und gründlichem Waschen durch verdünnte Schwefelammoniumlösung noch intensiver machen, dann spült man gut ab, übergiesst mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 10), um eine etwaige Gelbfärbung zu entfernen und wäscht wieder.

Eine Erklärung der eigenthümlichen Kupferverstärkung ist noch nicht gegeben, zumal die Zusammensetzung der resultirenden schwarzen Schicht noch unbekannt ist. Vermuthlich verläuft die Reaction wie folgt:

1. Beim Eintauchen in Lösung I

$$\underbrace{2\,CuBr_2}_{\text{Kupferbromid}} + \underbrace{Ag_2}_{\text{Silber}} = \underbrace{2\,AgBr}_{\text{weisses Bromsilber}} + \underbrace{Cu_2Br_2}_{\text{Kupferbromür}}$$

2. Bei Behandlung mit Lösung II

$$\underbrace{Cu_2Br_2}_{\text{Kupferbromür}} + \underbrace{4\,AgNO_3}_{\text{Silbernitrat}} = \underbrace{2\,Cu\,2\,NO_3}_{\text{Kupfernitrat}} + \underbrace{2\,Ag_2Br}_{\text{Silberbromür}}$$

letzteres scheidet sich in dunkeler Farbe aus. Kupferbromür ist in Wasser etwas löslich. Man darf daher die in der Bromkupferlösung gebleichte Platte nicht allzu lange waschen, da sonst das Kupferbromür ausgewaschen wird, so dass beim Behandeln mit Silberlösung keine Schwärzung eintritt.

5. Die Fixage. Als solche benutzt man entweder eine verdünnte Lösung von Cyankalium (1 : 20), oder besser

eine concentrirte Lösung von unterschwefligsaurem Natron. Beide lösen Jodsilber oder dessen Analoge unter Bildung von Doppelsalzen:

$$2\,KCy + AgJ = \underbrace{KCy + AgCy} + KJ$$

$$3\,Na_2S_2O_3 + 2\,AgJ = 2\,NaJ + \underbrace{2\,Na_2S_2O_3 + Ag_2S_2O_3}.$$

Beide Doppelsalze sind in Wasser leicht löslich. Cyankalium frisst leicht das aus dem metallischen Silber bestehende Bild bei Gegenwart von Sauerstoff an:

$$2\,Ag + 4\,KCy + H_2O + O = 2\begin{cases}AgCy\\KCy\end{cases} + 2\,KHO.$$

Man muss es daher rasch nach erfolgter Auflösung des Jodsilbers abwaschen.

Unterschwefligsaures Natron wirkt nicht oder nur sehr schwach auflösend auf metallisches Silber. Zu bemerken ist, dass dasselbe mit $Na_2S_2O_3$ noch ein anderes Doppelsalz als das obengenannte bildet. Näheres hierüber siehe S. 88.

Ferner ist es nöthig, die Platte nach dem Fixiren sorgfältig zu waschen, indem Fixirnatron sich mit der Zeit zersetzt, unterschweflige Säure frei wird und daher unter Freiwerden von Schwefel zerfällt.

Der Schwefel bildet mit dem Silber des Bildes Schwefelsilber und färbt dieses dadurch gelb.

6. Das Lackiren. Collodiumnegative sind im Gegensatz von Gelatinenegativen äusserst leicht mechanisch verletzlich. Aus diesem Grunde müssen sie stets lackirt werden. Man benutzt zu dem Zwecke den käuflichen Negativlack für nasse Platten. Ebenso gut verwendbar ist der S. 111 angegebene Lack.

Zuweilen kommt es vor, dass sich beim Lackiren die Collodiumschicht auflöst, so dass das Negativ unbrauchbar wird. Dies geschieht namentlich dann, wenn der Lack mit zu starkem Alkohol angesetzt war, sowie bei Verarbeitung gewisser sehr leicht löslicher Collodiumwollen. Man vermeidet diesen Fehler mit Sicherheit, wenn man dem Lacke unter Umschütteln 1 bis 2 Proc. Wasser zufügt.

III. Das Bromsilbercollodium-Emulsionsverfahren.

Versetzt man Collodium, in welchem ein Bromsalz aufgelöst ist, mit alkoholischer Silbernitratlösung, so scheidet sich fein vertheiltes Bromsilber aus, welches ebenso wie bei der Bromsilbergelatineemulsion (s. S. 122) im Collodium suspendirt bleibt und so eine sehr feinkörnige Emulsion bildet.

Zur Steigerung der Empfindlichkeit lässt man die so hergestellte Bromsilbercollodium-Emulsion einige Stunden oder Tage stehen und giesst dann die Emulsion unter Umrühren in ein grösseres Quantum Wasser.

Hierdurch scheidet sich das in Wasser unlösliche Collodium mit dem Bromsilber als faserige oder flockige Masse aus. Letztere wird dann ähnlich wie die Gelatinenudeln, im Bromsilbergelatineverfahren, längere Zeit gewaschen, um die bei der Bildung der Emulsion entstandenen Nitrate zu entfernen, worauf man sie trocknet und schliesslich wieder in Alkoholäther auflöst.

Nach sorgfältigem Filtriren ist die Emulsion dann fertig zur Präparation von Glasplatten.

Die Empfindlichkeit der mit solcher Emulsion präparirten Platten ist jedoch eine äusserst geringe. Sie beträgt ungefähr nur $^1/_4$ der Empfindlichkeit nasser Platten und nur $^1/_{60}$ der Empfindlichkeit der Bromsilbergelatinetrockenplatten.

Dr. E. Albert in München hat nun gefunden, dass sich die Empfindlichkeit der Bromsilbercollodium-Emulsionen ganz enorm durch Färbung mit einer Lösung von Eosinsilber in Ammoniak steigern lässt.

Letztere macht die Emulsion für grünes und gelbes Licht hoch empfindlich und steigert dadurch ihre Gesammtempfindlichkeit derart, dass die damit präparirten Platten an Empfindlichkeit den Gelatineplatten nur wenig nachstehen.

Bromsilbercollodium-Emulsion wird jetzt in der Reproductionstechnik in sehr ausgedehntem Maasse angewendet und hat für manche Zwecke, wie Aufnahme farbiger Originale,

das nasse Collodiumverfahren vollständig verdrängt, da sie vor diesem ausser der grösseren Empfindlichkeit und Einfachheit in der Behandlung auch noch den Vortheil einer ausserordentlichen Farbenempfindlichkeit besitzt.

Die Emulsion wird mit der dazu gehörigen Eosinsilberlösung in ausgezeichneter Qualität von Dr. E. Albert in München in den Handel gebracht. Eine ähnliche Emulsion, welche gleichfalls recht gute Resultate giebt, erhält man nach folgender von Dr. A. Jonas angegebenen Vorschrift.

Darstellung der Bromsilbercollodium-Emulsion.

Lösung I:	Bromammonium	64 g
	Destillirtes Wasser	80 ccm
	Alkohol, absolut	800 „
	Dickes Collodium (4 proc.)	1500 „
	Eisessig	65 g.

Man löst zuerst unter Erwärmen das Bromammonium in der angegebenen Menge Wasser auf und fügt dann erst Alkohol, Collodium und Eisessig hinzu.

Lösung II:	Silbernitrat, krystallisirt	80 g
	Destillirtes Wasser	50 ccm.

Unter Erwärmen lösen und dann vorsichtig in kleinen Portionen mit wässerigem, concentrirtem Ammoniak (spec. Gewicht = 0,91) versetzen, bis der zuerst entstandene braune Niederschlag eben wieder gelöst ist, wobei man circa 72 bis 75 ccm verbraucht; darauf giebt man 800 ccm Alkohol, welcher auf 45° C. erwärmt wurde, hinzu.

Lösung II muss klar und farblos sein; tritt Bräunung ein, so ist der Alkohol nicht rein. Beide Lösungen können bei Tageslicht hergestellt werden.

Sobald man Lösung II hergestellt hat, begiebt man sich in das Dunkelzimmer, welches mit orangefarbigem Lichte beleuchtet ist, und giesst Lösung II in dünnem Strahle in Lösung I ein, indem man Lösung I heftig und fortwährend schüttelt. Die Temperatur der Lösung II muss während des Mischens auf 40 bis 50° erhalten werden, weil sonst Silberoxyd-

ammoniak auskrystallisirt; es ist deshalb gut, sie zeitweise in ein auf diese Temperatur erhitztes Wasserbad zu stellen. Bei den oben angegebenen Mengen soll das Mischen ungefähr 10 bis 15 Minuten dauern. Ist das Mischen vollendet, bringe man einen Tropfen der Emulsion auf eine Glasplatte, spritze einen Tropfen destillirtes Wasser darauf und prüfe mit Lackmuspapier die Reaction; dieselbe soll schwach sauer sein. Ist sie alkalisch, so ist der Eisessig zu verdünnt; man versetze dann die Emulsion so lange tropfenweise mit Eisessig, bis sie eben sauer reagirt. Darauf schüttelt man noch $^1/_4$ Stunde heftig durch, lässt dann noch eine Stunde stehen und giesst dann die Emulsion in 5 oder 6 Thle. Wasser. Das ausgeschiedene Bromsilbercollodium sammelt man auf einem vollständig reinen, eng gewebten Leinentuch, bindet die Enden desselben zusammen und hängt den so erhaltenen Beutel (ohne ihn zu pressen) eine bis zwei Stunden in ein Gefäss mit fliessendem Wasser. Darauf presst man das überschüssige Wasser mit schwachem Drucke ab, wäscht noch einige Male mit destillirtem Wasser, presst wieder ab und breitet das Bromsilbercollodium auf einer dicken Lage von reinem Filtrirpapier zum Trocknen aus. Das Trocknen dauert einen bis zwei Tage und ist vollendet, sobald die grösseren Stücke auch im Inneren vollständig trocken geworden sind, was man nach dem Durchbrechen derselben leicht erkennen kann. Das trockene Bromsilbercollodium hebt man am besten in schwarzen Pulvergläsern an einem völlig dunkeln Orte auf.

Zum Gebrauche löst man:

Bromsilbercollodium	6 g
Alkohol	40 ccm
Aether	60 „

Zu berichten ist noch, dass die Chemikalien vollständig rein sein müssen. Alkohol, Aether und Eisessig dürfen ammoniakalische Silberlösung selbst beim Kochen nicht reduciren. Ausserdem müssen alle Gefässe aufs Sorgfältigste gereinigt sein, am besten mit Salpetersäure. Schon die geringste Spur von Fixirnatron verursacht Schleier und Flauheit.

Darstellung der Farblösungen.

Eosinsilberlösung.

Lösung I:	Eosin (krystallisirt)[1]	4 g
	Destillirtes Wasser	50 ccm
	Alkohol (96 proc.)	450 „
Lösung II:	Silbernitrat	3,4 g
	Destillirtes Wasser	60 ccm.

Diese Lösung versetzt man mit concentrirtem wässerigem Ammoniak, bis der entstandene Niederschlag sich eben wieder löst, und bringt das Volumen der Lösung mit 96 proc. Alkohol auf 200 ccm.

Lösung III:	Pikrinsäure	3 g
	Destillirtes Wasser	10 g.

Die Lösung wird mit Ammoniak genau neutralisirt und mit 96 proc. Alkohol auf 300 ccm gebracht.

Vor dem Gebrauche mische man:

Lösung I	75 ccm
Lösung II	30 „
Lösung III	30 „
Chemisch reines Glycerin	20 „
Alkohol (96 proc.)	45 „

Diese Eosinsilberlösung lasse man ein bis zwei Tage absetzen, filtrire dann und mische 20 ccm derselben mit 100 ccm Rohemulsion.

Erythrosinsilberlösung.

Lösung Ia:	Erythrosin (chemisch rein)[2] . . .	4 g
	Destillirtes Wasser	50 ccm
	Alkohol (96 proc.)	450 „

Die vorhin angegebene Silberlösung II, sowie die Lösung III von pikrinsaurem Ammoniak, werden auch hier verwendet.

---

[1]) Tetrabromfluoresceïnkalium.

[2]) Tetrajodfluoresceïnnatrium.

Man mische:

Lösung Ia	75 ccm
Lösung II	30 „
Lösung III	30 „
Chemisch reines Glycerin	25 „
Alkohol (96 proc.)	120 „
Destillirtes Wasser	20 „

Die so erhaltene trübe Lösung lasse man $^1/_4$ Stunde stehen, versetze sie dann tropfenweise unter Umschütteln mit concentrirtem wässerigem Ammoniak, bis sie vollständig klar geworden ist, lasse sie dann noch ein bis zwei Tage in einer verkorkten Flasche ruhig stehen, filtrire und mische 20 ccm derselben mit 100 ccm Rohemulsion.

Färbung der Emulsion.

Die Rohemulsion muss vor dem Vermischen mit Farbstoff jedesmal zwei bis vier Minuten lang kräftig geschüttelt werden, damit das Bromsilber, welches bei längerem Stehen zu Boden sinkt, wieder gleichmässig in der Emulsion vertheilt wird.

Hierauf fügt man das abgemessene Quantum filtrirter Farblösung und zwar 10 Proc. Farblösung, wenn man mit dem der käuflichen Albert'schen Emulsion beigegebenen Farbstoff arbeitet, während von den nach obigen Recepten hergestellten Farblösungen 20 Proc. erforderlich sind, der Emulsion zu.

Durch kräftiges Schütteln wird der Farbstoff gut vertheilt und die Emulsion kann dann sofort verbraucht werden; die gefärbte Emulsion ist namentlich im Sommer nur ein bis zwei Tage haltbar und wird daher am besten an jedem Tage immer erst kurz vor dem Gebrauche gemischt.

Bei warmem Wetter ist es nöthig, die Emulsion vor dem Färben mit Eis abzukühlen. Die Temperatur derselben soll nicht über 15° C. sein, andernfalls entsteht leicht Schleier.

Behandlung der Glasplatten.

Die Glasplatten werden zunächst wie beim nassen Verfahren gut gesäuert, dann, um ein festes Haften der Collodium-

schicht zu bewirken, mit einem Unterguss versehen, welcher wie folgt hergestellt wird.

Man löse:

Gelatine	5 g in
Destillirtem Wasser	500 ccm

und füge zu

Eisessig	15 ccm und
Alkohol	10 „

Die Lösung wird warm (30 bis 35° R.) filtrirt und in noch warmem Zustande auf die frisch aus der Säure kommenden Platten, nachdem dieselben reichlich abgespült worden sind, zweimal aufgegossen, und dann wird die Platte in senkrechter Stellung in einem staubfreien temperirten Raume von mindestens 15° R. getrocknet.

Statt des hier vorgeschriebenen Untergusses kann man auch den Seite 132 angegebenen Chromgelatineunterguss verwenden.

Präparation der Platten. Wahl des Dunkelkammerlichtes.

Die Emulsion wird auf die Platte ganz in derselben Weise wie das jodirte Collodium beim nassen Verfahren gegossen und zwar bei rothem Lichte.

Dieses kann bestehen aus einer rubinrothen Dunkelkammerlaterne oder einer Lampe mit rothem Cylinder, und wird dieselbe in der Kopfhöhe des Operateurs und circa 1 m von der Platte entfernt angebracht, indem das von oben kommende Licht das Präpariren der Platte wesentlich erleichtert.

Desgleichen kann präparirt werden beim Lichte eines rothen Dunkelkammerfensters, wie dasselbe für höchst empfindliche Gelatineplatten gebräuchlich ist.

Schleier, ungenügende Kraft der Bilder kommen hauptsächlich von zu hellem Dunkelkammerlichte her, indem sowohl die ungefärbte, wie auch die gefärbte Emulsion ge-

sund und schleierlos arbeitet. Die rothen Scheiben dürfen kein grünes Licht hindurchlassen (Prüfung mit Spectroskop).

Exposition und Hervorrufung der Platten.

Nachdem das Collodium erstarrt ist, kommt die Platte, ohne sie abzuwaschen, in die Kassette und kann sofort exponirt werden, sie hält sich aber auch in einem nicht zu heissen Raume 30 bis 40 Minuten in feuchtem Zustande.

Nach der Exposition wird die Platte bei vollkommen rothem Lichte mit Wasser abgewaschen, bis sie keine sogenannten Fettstreifen mehr zeigt, hierauf lässt man in senkrechter Stellung gut abtropfen und übergiesst hierauf die Platte mit dem Entwickler. Erst nachdem die Hervorrufung auf der Platte ist und das Bild bereits zu erscheinen beginnt, kann das Negativ bei schwachem gelbem Lichte eines Dunkelkammerfensters geprüft werden.

Ist das Bild genügend hervorgerufen, so wird die Platte noch einmal abgewaschen und dann am besten mit Fixirnatron fixirt. Das Fixiren erfolgt sehr rasch, desgleichen auch das Auswässern des Fixirnatrons.

Es ist hierbei noch zu bemerken:

Das Abwaschen nach der Exposition soll unter einem Wasserstrahle, nicht Brause, erfolgen. Der Wasserstrahl muss über die Platte hin und her bewegt werden, damit dieselbe rasch und gleichmässig mit Wasser bedeckt wird.

Das Abtropfen muss um so länger dauern, je grösser die Platte ist, z. B. bei einer Folioplatte ist eine Minute nothwendig. Ist nicht genug abgetropft, so erscheinen Hervorrufungsstreifen.

Der Entwickler soll reichlich über die Platte gegossen werden, und zwar in derselben Weise wie der Eisenentwickler beim nassen Verfahren. Dr. E. Albert empfiehlt den Hydrochinonentwickler nach folgender Vorschrift:

Concentrirter Hydrochinonentwickler.

A.	Destillirtes Wasser	500 g
	Natriumsulfit	500 g
	Kohlensaures Kali (aus Weinstein)	200 g.

B.	Hydrochinon	15 g
	Spiritus (96 Proc.)	100 ccm.
C.	Bromammonium	25 g
	Destillirtes Wasser	100 ccm.

Die concentrirte Hervorrufung wird dann zusammengesetzt, indem man 100 ccm A mit 5 ccm B und 7 ccm C mischt.

Für Negative, die einen harten Charakter haben sollen, vermehrt man die Lösung B (Hydrochinon) bis auf 6 bis 10 ccm. Eine Vermehrung der Lösung C (Bromammonium) bewirkt grössere Klarheit, schädigt jedoch etwas die Empfindlichkeit.

Hydrochinon verleiht die Kraft, Bromammonium die Klarheit und das kohlensaure Kali die Empfindlichkeit.

Die eigentliche Entwicklungsflüssigkeit wird hergestellt, indem man:

Concentrirten Entwickler	150 ccm
Wasser	1000 „

zusammenmischt.

Durch Zusatz von mehr concentrirter Hervorrufung, oder durch Verdünnen mit etwas mehr Wasser kann man sich eine Entwicklung herstellen, welche, je nach dem Original, ein sehr gutes Negativ giebt.

Das Gleiche gilt auch durch Hinzufügen von mehr oder weniger Hydrochinon und Bromammonium.

Verstärkung der Platten.

Die Platte kann ganz in derselben Weise, wie beim nassen Verfahren vor dem Fixiren mit dem Pyrogallussilberverstärker gekräftigt werden.

Die Verstärkung kann aber auch nach dem Fixiren mit einem beliebigen der beim nassen Verfahren gebräuchlichen Verstärker vorgenommen werden.

Bei Halbtonaufnahmen ist eine Verstärkung nur selten erforderlich und es ist dann Pyrogallussilber der geeignetste Verstärker.

Abschwächung.

Beim Abschwächen oder Entkräftigen der Negative übergiesst man nach Dr. Albert dieselben in noch feuchtem Zustande mit einer Lösung von 1 g übermangansaurem Kali in 300 ccm Wasser. Nach der genügenden Einwirkung wäscht man mit Wasser ab, übergiesst die Platte hierauf mit einer 5 proc. Cyankalilösung, worauf dieselbe gut ausgewaschen wird.

Zum Abschwächen eignet sich auch sehr gut die beim Bromsilbergelatineverfahren häufig angewendete Methode mit Fixirnatron und rothem Blutlaugensalz, sowie für harte Negative der Ammoniumpersulfat-Abschwächer (s. S. 105 u. 106.)

Das Lackiren geschieht in derselben Weise wie bei Bromsilbergelatine- oder nassen Collodiumplatten.

Positivverfahren.

Um von einem Negative positive Copien herzustellen, benutzt man Papiere, welche mit den verschiedenartigsten lichtempfindlichen Lösungen, resp. Emulsionen, überzogen sind. Man unterscheidet Auscopirpapiere, das sind solche, auf denen das Bild bis zur vollen Intensität copirt wird, und Entwicklungspapiere, welche nur kurze Zeit unter einem Negative belichtet werden und dann mittelst Entwicklungslösungen weiter behandelt werden.

Für die Erzielung eines scharfen Abdruckes vom Negative ist es Bedingung, dass das Copirpapier mit dem Negative dicht in Contact gebracht wird. Man bedient sich dazu sogenannter Copirrahmen (Fig. 64). Dieselben bestehen

Fig. 64.

aus einem Holzrahmen *R*, in welchen das Negativ zu liegen kommt; darauf wird das lichtempfindliche Papier gelegt, welches durch den Deckel *D* und die Federn *F* fest an das

Negativ gepresst wird. Der Deckel *D* ist zweitheilig, durch Scharniere verbunden, wodurch es ermöglicht wird, beim Copiren ab und zu nachzusehen, wie weit der Copirprocess fortgeschritten ist, indem man die eine Hälfte des Deckels hochklappt; das Negativ und Papier wird dabei nicht verschoben, da die andere fest gespannte Klappe diese in fester Lage hält. Solche Copirrahmen giebt es für alle gebräuchlichen Plattengrössen.

Für grössere Negativformate pflegt man Copierrahmen zu benutzen, bei denen das Negativ nicht auf Falzen ruht, sondern auf einer Spiegelglasplatte.

I. Der Positivprocess mit Albumin- und Arrowrootpapier.

1. Das Albuminpapier. Für dieses im Grossen hergestellte Product bedarf man eines vorzüglichen, gleichmässigen, weissen, reinen Rohpapieres, wie es bisher nur von zwei Fabriken, Steinbach in Malmedy und Blanchet Frères in Rives bei Grenoble, geliefert wird. Dasselbe wird mit gesalzenem Albumin überzogen.

Das einfachste Verfahren, Eiweisspapier zu machen, ist folgendes: Man giebt zu 8 Thln. Eiweiss 2 Thle. einer Lösung von 10 Thln. Chlorammonium in 100 Thln. Wasser, schlägt die Masse zu Schnee und lässt sie dann einige Stunden abklären. So wird das im Eiweiss enthaltene Fibrin, welches auf dem Papiere leicht bronzeartige Streifen erzeugt, abgeschieden. Man giesst das geschlagene und geklärte Eiweiss in eine flache Schale und legt alsdann das Rohpapier mit der geleimten Seite darauf, lässt $1^1/_2$ Minuten schwimmen, hebt es dann ab und hängt es zum Ablaufen und Trocknen auf. Sollten Luftblasen haften geblieben sein, so muss man dieselben mit einem Glasstabe entfernen.

Hartwich empfiehlt folgende Verhältnisse:

Eiweiss	450 g
Wasser	150 g
Chlorammonium	12,5 g.

Ein Bogen Papier entnimmt diesem Bade nach Hartwich 22,5 g Albumin und 0,45 g Salz.

Manche Papiere werden nur langsam vom Albumin befeuchtet, dies rührt von Fettigkeit her; man setzt alsdann (nach Hartwich) 2 Thle. Weingeist (verdünnt) auf 32 Thle. Eiweiss zu, oder einige Tropfen einer Lösung von Ochsengalle in Alkohol. Man darf das Papier nicht auf der Rückseite befeuchten und nicht zu lange schwimmen lassen, sonst dringt das Bad (indem es die Leimung auflöst) ein und giebt dann kraftlose Bilder. Je mehr das Albumin mit Wasser versetzt wird, desto matter erscheint das damit gefertigte Papier, jedoch hat hier die Leimung des Rohpapieres wesentlichen Einfluss. Nach dem Abheben hängt man den Bogen mit Klammern an zwei Ecken auf und lässt ihn in einem warmen Raume trocknen. Schliesslich presst man die Bogen und bewahrt sie an einem mässig trockenen Orte auf.

Viel seltener als Albuminpapier, auf dem Bilder von schönem Glanze gewonnen werden, benutzt man das Arrowrootpapier, welches matte Bilder liefert, die jedoch zum Ausmalen geeigneter sind.

2. Das Arrowrootpapier. Zur Bereitung des Arrowrootpapieres nimmt man:

Wasser	100
Chlornatrium	3

Man erhitzt die filtrirte Lösung zum Sieden und setzt $3^1/_2$ Thle. Arrowrootmehl hinzu, rührt fortwährend um, giesst das Ganze durch ein Tuch, trägt das Klare mittelst eines Pinsels kreuzweise auf, vertreibt mit einem zweiten Pinsel und trocknet das Ganze.

3. Der Salzgehalt. Der Raum gestattet uns nicht, auf die technische Seite der Albumin- und Arrowrootpapierfabrikation näher einzugehen, um so weniger, als diese Arbeit nur selten von den Fachphotographen ausgeübt wird, sondern von sogenannten Albumineuren. Wohl aber haben wir hier noch die Rolle zu besprechen, welche der Chlorsalzgehalt des Papieres in der photographischen Praxis spielt.

Es ist offenbar, dass, wenn man einen gesalzenen, d. h. chlormetallhaltigen, Papierbogen in eine Lösung von salpetersaurem Silber bringt, im Papiere sich Chlorsilber bilden wird, ausserdem wird aber eine gewisse Quantität freien Silbersalzes vom Papiere mechanisch aufgesaugt, und demnach enthält ein solcher Bogen nach dem Herausnehmen aus dem Bade und Trocknen Chlorsilber und Silbernitrat. Um die Wirkung dieser beiden Körper beurtheilen zu können, muss man die Wirkung jedes einzelnen für sich studiren. Exponirt man drei Bogen, von denen der eine nur salpetersaures Silber, der zweite nur Chlorsilber, der dritte beide Körper enthält, dem Lichte, so beobachtet man, dass der erstere sich am langsamsten färbt, er wird bräunlich, der zweite färbt sich schneller, er wird violett, am intensivsten aber färbt sich der dritte. Salpetersaures Silber ist für sich allein zu unempfindlich, Chlorsilber ist bedeutend empfindlicher, giebt aber keine Intensität der Färbung, erst durch Zusammenwirken beider Körper erhält man Bilder von hinreichender Kraft. Der Grund liegt darin, dass das freie Chlor, welches aus dem Chlorsilber durch die Belichtung entwickelt wird, sogleich auf das freie salpetersaure Silber wirkt, dadurch frisches Chlorsilber erzeugt, das seinerseits wieder sogleich durch das Licht zersetzt wird, abermals Chlor frei werden lässt etc. Auf diese Weise bildet sich das lichtempfindliche Material, d. i. das Chlorsilber, während der Belichtung fortwährend von Neuem. Etwas anders ist das Verhalten, falls das freie salpetersaure Silber auch eine chemische Verbindung mit dem Materiale des Papieres eingeht, wie dies bei Albuminpapier der Fall ist. Hier bildet sich noch Silberalbuminat, welches sich auch in reinem Zustande, d. h. bei Abwesenheit von Chlorsilber, ziemlich lichtempfindlich zeigt.

4. Das Positivsilberbad. Um das mit gesalzenem Albumin resp. Arrowroot präparirte Papier lichtempfindlich zu machen, bringt man es in das sogenannte Silberbad. Dieses wird in einfachster Weise angesetzt; man benutzt eine neutrale oder besser eine wenig alkalisch reagirende

Lösung von 1 Thl. Silbernitrat in 10 Thln. Wasser. Um sie vollkommen neutral zu machen, setzt man ein paar Tropfen Natriumcarbonat zu, schüttelt mit dem erzeugten Silbercarbonat und filtrirt.

Das filtrirte Siberbad giesst man in eine reine Schale, lässt dann das Albumin-, resp. Arrowrootpapier, mit der Schichtseite nach unten, auf der Lösung 1½ bis 2 Minuten schwimmen und hängt hierauf die Bogen zum Trocknen in einem dunkelen, warmen Raume oder in einem speciell für diesen Zweck eingerichteten Trockenschranke auf.

Das trockene, copirfertige Papier besitzt keine grosse Haltbarkeit; es muss spätestens am anderen Tage in Gebrauch genommen werden.

5. Haltbare Albuminpapiere lassen sich auf mancherlei Weise anfertigen.

a) Nach Haugk durch Auswaschen der gesilberten Eiweisspapiere mit Wasser. Dadurch wird das überschüssige Silbersalz entfernt und in der That ein sechs Monate haltbares Papier erzielt, das jedoch nur wenig empfindlich ist. Legt man aber hinter das Papier im Copirrahmen einen Sack mit gepulvertem kohlensaurem Ammon oder setzt es vor dem Einlegen in den Copirrahmen in einem Kasten einige Minuten lang Ammoniakdämpfen aus, so copirt es eben so rasch wie gewöhnliches frisches Papier und giebt sogar noch tonreichere Bilder.

b) Durch Zusatz von Citronensäure zum Silberbade (nach Ost). Man setzt zu einem Silberbade etwa die gleiche Menge des Silbersalzgewichtes an Citronensäure. Papiere der Art halten sich und geben für technischen Gebrauch gute Copien, doch haben diese weniger gute Tonabstufungen als Copien auf nach a) hergestelltem Papier. Mit Citronensäure haltbar gesilbertes Albuminpapier ist auch im Handel käuflich zu haben.

c) Durch Zusatz von Nitritsalzen (salpetrigsaures Kali) zum Silberbade nach Abney. Ueber diese in England versuchten Papiere liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor.

6. Das Copiren auf Albumin- und Arrowrootpapier. Das gesilberte Albuminpapier ist von allen ge-

bräuchlichen Copirpapieren das am wenigsten lichtempfindliche. Die Belichtung unter dem Negative geschieht so lange, bis das Bild in allen Details nicht nur vollkommen auf dem Papiere erschienen ist, sondern man copirt noch etwas tiefer, da das Bild bei den nachfolgenden Processen an Intensität zurückgeht. Dieses sogenannte „Uebercopiren“ hat beim Arrowrootpapiere noch stärker zu erfolgen, da dieses in den nachfolgenden Bädern noch mehr verliert als das Eiweisspapier.

7. Das Tonen. Die erhaltenen Copien sind natürlich nicht lichtbeständig, ferner ist die Farbe derselben keine angenehme. Um den Albuminbildern einen schönen purpurbraunen bis violetten Ton zu verleihen, bringt man sie in gewisse Goldlösungen (Tonbäder). Zuvor werden die Copien in Schalen in gewöhnlichem Wasser gewässert und zwar so lange unter wiederholtem Wasserwechsel, bis das Waschwasser nicht mehr trübe (milchig) erscheint. Für die Tonbäder bereitet man sich zunächst folgende Normalgoldlösung:

Goldchloridkalium oder Goldchloridnatrium	1 g
Wasser	50 ccm.

Je nachdem man diese Goldlösung mit Borax, kohlensaurem Kalk etc. mischt, erhalten die Copien darin braune, violette und andere Färbungen.

a) Bad für violette Töne. Man gebraucht für einen Bogen Albuminpapier oder Arrowrootpapier:

Goldlösung (s. o.)	3 ccm
Wasser	200 „
Borax	1,5 g.

Das Bad muss stets frisch, unmittelbar vor dem Gebrauch, angesetzt werden, da es sich nicht längere Zeit hält.

b) Bad für braune bis violette Töne:

Goldlösung	3 ccm
Wasser	200 „

Eine Messerspitze chemisch reinen kohlensauren Kalks,

schütteln, filtriren. Das Tonbad ist haltbar.

c) Bad für schwarze Töne:

Goldlösung	3 ccm
Lösung von krystall. kohlensaurem Natron (1 : 50)	3 „
Wasser	200 „

das Bad muss stets frisch angesetzt werden.

d) Bad für braune Töne:

Goldlösung	3 ccm
Krystall. essigsaures Natron	3 g
Wasser	200 ccm.

Dieses Bad kann erst 24 Stunden nach dem Ansetzen in Verwendung genommen werden; es ist haltbar, muss aber öfter durch frisch zugesetzte Goldlösung verstärkt werden.

Die Copien müssen in dem Tonbade gewisse Zeit, circa acht bis zehn Minuten, verbleiben, ehe sie den gewünschten Ton annehmen; während der Dauer des Tones ist die Schale mit dem Bade in schwankender Bewegung zu halten und Sorge zu tragen, dass die Copien nicht an einander haften, andernfalls eine ungleichmässige Tonung oder Bildung von Flecken Platz greifen.

Nach der Tonung werden die Copien mit Wasser abgespült und dann fixirt, d. h. lichtbeständig gemacht (siehe unten).

Die matten Arrowrootcopien erhalten in den angeführten Goldtonbädern ebenfalls bräunliche und violette Töne. Um den Arrowrootcopien einen grauen, platinähnlichen Ton zu verleihen, bringt man dieselben, statt in eine Goldlösung, in folgendes Platintonbad:

Kaliumplatinchlorür	1 g
Destillirtes Wasser	500 ccm
Salpetersäure	5 „

Hiernach werden die Copien mit Wasser abgespült und fixirt.

Da die Copien erst nach dem „Fixiren“ lichtbeständig werden, so ist das Vorwässern und Tonen bei Lampenlicht oder gedämpftem Tageslicht (im Halbdunkel) vorzunehmen.

8. **Das Fixiren.** Um die Copien zu „fixiren“, bringt man sie auf 10 Minuten in eine Lösung von:

Unterschwefligsaurem Natron (Fixirnatron) . . .	200 g
Wasser	1000 ccm.

Oefter zeigt das Albuminpapier beim Herausnehmen aus dem Fixirbade und Eintauchen in das Waschwasser eigenthümliche Blasen. Diese sollen durch Anwendung einer sehr verdünnten Fixirlösung (1 : 30), worin jedoch das Bild mindestens eine halbe Stunde verbleiben muss, vermieden werden.

9. **Combinirtes Tonen und Fixiren.** Die Goldtonung und das Fixiren der Copien kann auch gleichzeitig in einer Lösung vorgenommen werden, jedoch nur, wenn das Papier „haltbar gesilbert“ war (siehe unter Abschnitt 5. b). Für Albumin- und Arrowrootcopien wird folgendes „Tonfixirbad“ empfohlen, in welches die Copien, ohne vorher zu wässern, gebracht werden:

Destillirtes Wasser	500 ccm
Fixirnatron	100 g
Essigsaures Natron	8 g
Bleinitrat	8 g
Ammoniumchlorid	25 g
Citronensaures Kali	20 g
Citronensäure	5 g
Normalgoldlösung (siehe Seite 161) . .	50 ccm.

Die angesetzte Lösung wird bald trübe; es scheidet sich Schwefel, Schwefelblei u. a. aus. Man lässt das Tonfixirbad 24 bis 48 Stunden absetzen, filtrirt den Niederschlag ab und kann es nunmehr in Gebrauch nehmen. Der Tonfixirprocess der Albumin- und Arrowrootcopien ist in 10 bis 15 Minuten vollendet.

10. **Das Auswaschen der Copien.** Sehr wichtig ist ein sorgfältiges Auswaschen der Bilder nach dem Fixiren. Bleibt darin Fixirnatron zurück, so erfolgt bald Zersetzung des Bildes unter Bildung von Schwefelsilber, welches das Bild gelb färbt.

Das Wässern der Copien wird entweder in Schalen

vorgenommen unter wiederholtem viertelstündlichem Wasserwechsel oder in besonders für das Auswässern von Copien eingerichteten Waschkästen. In diesen Kästen läuft continuirlich Wasser zu, und wenn dasselbe eine bestimmte Höhe erreicht hat, fliesst mittelst Hebervorrichtung zunächst das ganze Wasser ab, ehe der Zufluss von Neuem beginnt. Das Auswässern der Albumin- und Arrowrootcopien beansprucht zwei bis drei Stunden.

Nach dem Waschen können die Copien unmittelbar in feuchtem Zustande oder auch erst nach der Trocknung auf Karton gezogen werden; dies geschieht am besten mittelst Stärkekleisters.

Letzterer wird folgendermaassen hergestellt: Man erhitzt in einem geeigneten Gefässe aus Porcellan oder emaillirtem Eisen 250 ccm Wasser zum Sieden. Dann rührt man 20 g Stärke mit 20 ccm Wasser in einem Gläschen an und giesst sie dann unter fortwährendem Umrühren in das siedende Wasser.

Der so entstandene Kleister ist nach dem Abkühlen fertig zum Gebrauch; derselbe hält sich nur wenige Tage und wird namentlich im Sommer bald sauer. Sauer gewordener Kleister darf niemals zum Aufkleben von Photographien benutzt werden, da letztere sonst bald vergilben.

Der Albuminprocess war früher das allgemein praktisch angewendete Copirverfahren, jetzt wird er fast nur in Reproductionsanstalten, wo Gemälde, Zeichnungen etc. aufgenommen werden, angewendet, nicht nur der Billigkeit wegen, sondern weil er viel weichere, durchgearbeitetere Copien liefert, als gewisse neue Verfahren.

II. Der Positivprocess mit Aristo- oder Chlorsilbergelatinepapier.

1. Die Herstellung. Nahe dieselbe Umwälzung, welche die Bromsilber-Emulsionsschichten als Gelatineplatten in der Negativphotographie hervorgebracht haben, sind im Positivprocesse durch die Chlorsilber-Emulsionen veranlasst

worden. Das mit Chlorsilbergelatine-Emulsion gefertigte Papier führt auch den Namen Aristopapier.

Die Chlorsilbergelatine-Emulsion wird nach E. Vogel[1]) wie folgt hergestellt:

Lösung I:	Gelatine	20 g
	Destillirtes Wasser	300 ccm
	Chlorammonium	1,5 g.
Lösung II:	Citronensäure	5 g
	Destillirtes Wasser	40 ccm.
Lösung III:	Silbernitrat	10 g
	Destillirtes Wasser	40 ccm.

Die Lösung I wird in warmes Wasser von 40 bis 50° C. gestellt, bis die Gelatine geschmolzen ist, dann fügt man unter Umrühren Lösung II und schliesslich Lösung III hinzu Hiernach filtrirt man die Emulsion durch einen mit warmem destillirtem Wasser angefeuchteten Flanelllappen.

Die warme Emulsion wird auf sogenanntes Barytpapier, wie es von J. B. Weber-Offenbach, Gustav und Heinrich Beneke-Löbau u. a. fabricirt wird, aufgetragen, und man erhält so nach dem Trocknen ein direct gebrauchsfähiges Copirpapier.

Das Aristopapier, welches überall im Handel zu kaufen ist, hat den Vorzug vor anderen Copirpapieren, dass es auch nach flauen Negativen gute Abzüge liefert, andererseits besitzt es den Uebelstand, dass die Gelatineschicht im feuchten Zustande sehr leicht verletzbar ist, schon das gegenseitige Stossen der Bilder im Waschkasten kann zu Verletzungen Veranlassung geben. Auch lässt sich das Gelatinepapier bei warmen Temperaturen im Sommer schlecht verarbeiten. Neuerdings werden auch Gelatinepapiere mit matter Oberfläche fabricirt.

2. Das Copiren der Bilder geschieht wie beim Albuminpapier, nur ist etwas stärker überzucopiren. Die Lichtempfindlichkeit des Aristopapiers ist bedeutend höher als die

---

[1]) Phot. Mittheilungen, XXIX, S. 35.

des Eiweisspapiers. Beim Nachsehen des Copirfortschrittes im Rahmen ist besonders darauf zu achten, dass man die Gelatineschicht nicht mit warmen Fingern berührt, widrigenfalls betreffende Stellen leicht klebrig werden und nachher am Negative festbacken.

3. Das Tonen und Fixiren. Nach dem Copiren werden die Bilder zunächst 15 bis 20 Minuten unter wiederholtem Wasserwechsel gewässert und dann getont.

Für Aristopapier sind eine grosse Anzahl von Tonvorschriften im Gebrauche. Die wohl am häufigsten angewendeten Recepte sind die beiden folgenden.

a) Rhodangoldbad:

Lösung I:	Destillirtes Wasser	1000 ccm
	Rhodanammonium	20 g
	Unterschwefligsaures Natron . .	1 g.
Lösung II:	Destillirtes Wasser	100 ccm
	Chlorgold	1 g.

Unmittelbar vor dem Gebrauche giesst man zu 100 ccm Lösung I 10 ccm Lösung II.

b) Rhodanacetat-Goldbad:

Lösung I:	Doppelt geschmolzenes essigsaures Natron	10 g
	Destillirtes Wasser	500 ccm.
Lösung II:	Rhodanammonium	10 g
	Destillirtes Wasser	500 ccm.
Lösung III:	Destillirtes Wasser	100 ccm
	Chlorgold	1 g.

Unmittelbar vor dem Gebrauche mischt man 100 ccm Lösung I, 200 ccm Lösung II, 20 ccm Lösung III und 100 ccm Wasser.

Der Tonprocess erfordert 8 bis 12 Minuten. Im Allgemeinen behält das Bild im Fixirbade nicht die Färbung, welche sich im Tonbade zeigte; der Ton ist nach dem Fixiren ein bläulicherer.

Nach der Tonung werden die Copien zunächst mit Wasser abgespült und dann in einer Lösung von:

Fixirnatron	100 g
Wasser	1000 ccm

fixirt. Nach der Fixage sind die Copien 1 1/2 bis 2 Stunden in fliessendem Wasser oder in einer Schale bei 10 bis 12 maligem Wasserwechsel zu waschen.

4. Combinirtes Tonen und Fixiren. Das Tonen und Fixiren bei den Aristobildern kann auch gleichzeitig in einer Lösung geschehen. Eine Vorschrift hierzu ist z. B. folgende:

Wasser	1000 ccm
Fixirnatron	200 g
Rhodanammonium	25 g
Bleiacetat	4 g
Alaun	30 g
1 proc. Chlorgoldlösung	70 ccm.

Die Copien verbleiben so lange in dem Bade, bis sie den gewünschten Ton zeigen. Hiernach werden sie, wie oben angegeben, gewässert.

5. Das Fertigmachen der Aristocopien. Da die feuchte Gelatineschicht sehr leicht verletzlich ist und das Aufziehen der Bilder sehr erschwert, so thut man gut, die Schicht vorher zu härten, indem man die Copien auf circa 10 Minuten in eine Lösung von:

Alaun	100 g
Wasser	1000 ccm

bringt. — Das Alauniren der Bilder kann auch vor dem Fixiren vorgenommen werden, jedoch sind dann die Copien, bevor sie in das Fixirbad gelangen, gut abzuspülen, denn Alaun zersetzt die Fixirnatronlösungen. Als Härtemittel wird auch eine 10 proc. Lösung von Formaldehyd empfohlen.

Will man den Aristocopien „Hochglanz" verleihen, so quetscht man die feuchten Copien auf eine sauber geputzte, mit Talkum abgeriebene Spiegelglasplatte und lässt sie hierauf trocknen. Wenn man die Copien nachher von der Platte ablöst, so erscheinen sie spiegelblank.

6. Diapositive mit Chlorsilbergelatine-Emulsion. Die Seite 165 beschriebene Emulsion lässt sich auch auf

Glasplatten und Milchglas auftragen und liefert so Diapositive in Purpur- und violetten Tönen von schöner Brillanz.

Die zu verwendenden Glasplatten, welche vorher gut gesäubert sein müssen (mindestens sechs Stunden in einer Mischung von gleichen Theilen roher Salpetersäure und Wasser) werden unter der Wasserleitung mittelst Bürste gut abgerieben und dann mit einem Handtuche getrocknet und blank geputzt. Hierauf überreibt man die mit Emulsion zu überziehende Seite der Glasplatte mit Hülfe eines Wattebausches mit einer Lösung von 1 Thl. Wasserglas in 100 Thln. Wasser, so dass eine ganz dünne Schicht davon auf der Platte verbleibt. Nach dem Auftrocknen derselben kann das Auftragen der Emulsion geschehen, zuvor sind die Glasplatten mit einem Pinsel abzustäuben.

Die aufgegossene warme Gelatineemulsion (50° C.) fliesst sehr leicht und gleichmässig auf der mit Wasserglas abgeriebenen Platte. Nach dem Giessen werden die Platten auf ein Nivellirgestell gelegt, bis die Gelatineschicht erstarrt ist und dann in einem dunkeln Raum auf einen Bock zum Trocknen gestellt.

Das Copiren, Tonen und Fixiren der Chlorsilbergelatineplatten erfolgt genau wie beim Aristopapier.

7. Copien mittelst kurzer Belichtung und darauf folgender Entwicklung. Mit Aristopapier lassen sich auch Copien erzielen, wenn man nur wenige Minuten belichtet, dann das Bild entwickelt und nachher wie üblich tont und fixirt. Dieses Verfahren erlaubt in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit Copien herzustellen, welche im Aussehen den auf übliche Weise durch Auscopiren erhaltenen Bildern völlig gleichen. Es lassen sich jedoch wirklich gute Bilder nur mit frischen Papieren erreichen. Ist das Aristopapier bereits einige Monate alt, so ist es nicht mehr möglich, Bilder mit schönen Tönen und reinen Weissen zu erzielen.

Die Exposition geschieht bei Tageslicht und dauert, je nach der Dichte des Negatives und der Himmelshelligkeit,

zwei bis sechs Minuten. Für die Hervorrufung dieser schwach copirten Bilder werden folgende Entwickler empfohlen:

1. Pyrogallus-Entwickler:

Wasser	1000 ccm
Schwefligsaures Natron	100 g
Pyrogallussäure	10 g
Citronensäure	10 g.

2. Paramidophenol-Entwickler nach P. Hanneke:

Wasser	1000 ccm
Schwefligsaures Natron	50 g
Salzsaures Paramidophenol . .	7 g
Citronensäure	8 g.

3. Brenzcatechin-Entwickler nach E. Valenta:

Lösung A.

Brenzcatechin	10 g
Wasser	100 ccm.

Lösung B.

Schwefligsaures Natron	100 g
Wasser	500 ccm
Citronensäure	5 g.

Für den Gebrauch mischt man 50 ccm A, 50 ccm B und 500c cm Wasser.

Man entwickelt so lange, bis alle Details des Bildes in gelbbrauner Farbe klar hervortreten, und bringt dann, um eine Weiterentwicklung zu vermeiden, die Copie sofort in eine Lösung von:

Kochsalz	25 g
Wasser	500 ccm.

Man lässt die Bilder hierin circa fünf Minuten verbleiben, spült sie dann mit Wasser ab, tont und fixirt wie gewöhnlich, entweder in getrennten Bädern oder im Tonfixirbade, und wässert zum Schluss die Copien gut aus.

Auch auf den im vorigen Abschnitt beschriebenen Chlorsilbergelatineplatten können Copien durch Ancopiren und Entwickeln hergestellt werden.

III. Der Positivprocess mit Celloidinpapier.

1. Die Herstellung. Das Celloidinpapier, auch Chlorsilbercollodiumpapier genannt, wurde zuerst 1863 von J. B. Obernetter, München, in den Handel gebracht; es fand jedoch damals wenig Anklang, jetzt dagegen ist es auf dem besten Wege, sich den ersten Rang unter sämmtlichen haltbaren Copirpapieren zu erobern.

P. Hanneke giebt nachfolgendes Recept[1]) zur Herstellung von Celloidin-Emulsion:

Lösung I:	Celloidin-Collodium 4 proc. . . .	670 ccm
	Aether absol.	120 „
Lösung II:	Lithiumchlorid	2 g
	Strontiumchlorid	2,5 g
	Citronensäure	5,0 g
	Destillirtes Wasser	10 ccm
	Alkohol	50 „
Lösung III:	Silbernitrat kryst.	24 g
	Destillirtes Wasser	26 g
	Alkohol	70 ccm.

Man thut am besten, die Chlorsalze zusammen mit der Citronensäure in der angegebenen Menge Wasser in einem Kochkolben unter Erwärmen zu lösen und nach vollständiger Lösung den Alkohol zuzufügen; ebenso verfährt man bei der Silberlösung. Nach Fertigstellung dieser fügt man zu Lösung I erst die Silbernitrat- und dann die Chloridlösung.

Was den anzuwendenden Alkohol anbetrifft, so nehme man einen hochgradigen, man gehe nicht unter 97°. Denaturirter Alkohol eignet sich für Celloidinpapier nicht, ganz abgesehen von dem widerlichen Geruch, welchen das Papier davon erhält und welcher selbst den fertigen gewaschenen Copien noch anhaften bleibt.

Die Concentration der Celloidin-Emulsion muss so gehalten werden, dass man bequem die gewählte Bogengrösse

[1]) Siehe P. Hanneke, Das Celloidinpapier (Verl. Gustav Schmidt, Berlin).

ausgiessen kann, ohne dass sie beim Fliessen auf den letzten Theil des Bogens zu dick wird oder sogar schon erstarrt, bevor man das Ende erreicht hat; andererseits hat man wieder darauf zu achten, dass man den ersten Theil des Bogens nicht zu schnell giesst, da sonst eine zu dünne Schicht entsteht. Man wird daher in der Praxis beim Giessen die Emulsion zunächst langsam fliessen lassen oder auch den ersten Theil des Bogens zweimal giessen und dann die Emulsion schnell zum Fliessen nach dem übrigen Theil des Bogens bringen. Die Concentration der Emulsion spielt also eine Hauptrolle für das Gelingen eines guten Gusses, und ist jene zunächst abhängig von der Bogengrösse; je grösser der Bogen, desto dünner ist die Emulsion zu halten. Ferner ist in Rücksicht zu ziehen, dass die Emulsion im Sommer schneller erstarrt als im Winter, die Concentration kann daher nicht zu jeder Jahreszeit die gleiche sein, sondern die Winter-Emulsion ist zum Sommer hin allmälig zu verdünnen. Das Verdünnen geschieht mit einer Mischung von 1 Thl. Alkohol (98 oder 99^0) und 1 Thl. Aether oder 2 Thln. Alkohol und 1 Thl. Aether.

Um ein zu starkes Rollen des Celloidinpapieres in den Tonbädern und beim Wässern zu vermeiden, pflegt man der Emulsion noch eine geringe Menge Ricinusöl und Glycerin (ca. 6 ccm von jedem pro Ltr. Emulsion zuzufügen. Es ist viel gegen diesen Zusatz geschrieben worden, aber bis jetzt noch kein besseres Ersatzmittel gegeben worden. Im Uebrigen enthalten unsere anerkanntesten Celloidinfabrikate Ricinusöl und Glycerin; man sieht daraus, dass die Haltbarkeit und die Tonkraft dadurch nicht beeinträchtigt werden. Man benutze ruhig diese Mittel, doch muss das Ricinusöl rein, klar und frisch sein, ferner nehme man nicht allzu grosse Mengen. Als Unterlage für die Celloidin-Emulsion dient, wie bei der Chlorsilbergelatine-Emulsion, das sogenannte Barytpapier.

Gebrauchsfertiges Celloidinpapier von guter Haltbarkeit (bis zu sechs Monaten) wird von verschiedenen Fabriken in den Handel gebracht.

2. Das Copiren. Celloidinpapier besitzt eine gleiche Lichtempfindlichkeit wie das vorher besprochene Aristopapier. Beim Celloidinpapier muss stark übercopirt werden, da die Bilder in den Bädern bedeutend zurückgehen.

3. Das Tonen und Fixiren. Die Copien werden vor dem Tonen zunächst in einer Schale gewässert und zwar circa 20 Minuten lang unter drei- bis viermaligem Wasserwechsel. Hierauf werden sie in einem der nachstehenden Tonbäder getont.

a) Rhodanammonium . . . . 15 g
Destillirtes Wasser . . . . 1000 ccm.

Zum Gebrauche mischt man 100 ccm der Lösung mit 8 ccm 1 proc. Goldchloridlösung und 100 ccm destillirten Wassers.

b) Destillirtes Wasser . . . . 750 ccm
Essigsaures Natron . . . . 5 g
Borax . . . . 8 g
Rhodanammonium . . . . 5 g.

Diese Lösung ist ohne Goldzusatz lange Zeit haltbar, mit Goldzusatz hält sie sich nur einige Stunden. Für den Gebrauch nimmt man zu 150 ccm Lösung 10 ccm 1 proc. Chlorgoldlösung.

c) Lösung I.

Destillirtes Wasser . . . . 1000 ccm
Doppelt geschmolzenes essigs. Natron 20 g.

Lösung II.

Destillirtes Wasser . . . . 250 ccm
Rhodanammonium . . . . 5 g.

Für den Gebrauch mischt man 170 ccm Lösung I mit 40 ccm Lösung II und fügt 10 ccm einer 1 proc. Chlorgoldlösung zu. Das Gemisch ist nur kurze Zeit haltbar.

d) Destillirtes Wasser . . . . 1000 ccm
Doppelt geschmolzenes essigs. Natron 4 g
Doppelt kohlensaures Natron . . . . 2 g.

Auf 100 ccm Lösung sind 3 ccm 1 proc. Goldchloridlösung zuzusetzen.

Einige Celloidinpapiersorten verlangen zur Erzielung gleichmässiger Tonung und bläulicher Färbung ein Vorbad, bestehend aus sehr verdünntem Ammoniak (1 ccm Ammoniak in 100 ccm Wasser).

Nach dem Tonen werden die Copien mit Wasser abgespült und dann zum Fixiren auf 10 Minuten in eine Lösung von

Fixirnatron	100 g
Wasser	1000 ccm

gebracht. Hierauf werden die Bilder 1 bis 1½ Stunden in fliessendem Wasser oder in einer Schale unter wiederholtem Wasserwechsel gewaschen. Die Copien können hiernach auf Karton gezogen werden.

4. Auch für die Celloidincopien ist der Gebrauch combinirter Tonfixirbäder sehr beliebt. Das am meisten angewendete Recept hierfür ist das von Dr. A. Kurz-Wernigerode angegebene:

Destillirtes Wasser	2000 ccm
Fixirnatron	500 g
Rhodanammonium	55 g
Pulverisirter Alaun	15 g
Citronensäure	15 g
Essigsaures Blei	20 g
Salpetersaures Blei	20 g
½ proc. Chlorgoldlösung	150 ccm.

Das Tonfixirbad bildet Anfangs eine trübe Lösung in Folge Ausscheidung von Schwefel und Schwefelverbindungen. Man lässt es zwei bis drei Tage absetzen, filtrirt dann die klare Lösung ab und kann nunmehr dieselbe in Gebrauch nehmen.

Die Copien werden, ohne erst vorzuwässern, in die Tonfixirlösung gebracht und verbleiben darin, unter Bewegen der Schale und der Copien selbst, bis der gewünschte Ton erreicht ist.

Nach Dr. A. Kurz sind noch eine Reihe Vorschriften für das Tonfixiren von Celloidincopien veröffentlicht

worden, die jedoch zum grössten Theil auf das Kurz'sche Urrecept mit unbedeutenden Abänderungen herauskommen.

5. Copien mittelst kurzer Belichtung und Entwicklung. Wie beim Aristopapier, so lassen sich auch beim Celloidinpapier Copien durch kurze Belichtung und darauf folgende Entwicklung erzielen. Wirklich gute Bilder lassen sich jedoch nur dann erreichen, wenn das Papier nicht zu alt ist. Der Arbeitsgang und die Entwicklungsvorschriften sind genau dieselben, wie im betr. Capitel Aristopapier angegeben (s. S. 168).

Das Tonen und Fixiren der entwickelten Celloidincopien kann getrennt oder combinirt (nach den S. 172 u. 173 unter Abschnitt 3. und 4. angeführten Vorschriften) erfolgen.

6. Celloidincopien mit Platintonung. Das matte Celloidinpapier giebt mit gewissen Platinlösungen Bilder, welche im Aussehen denen auf wirklichem Platinpapier sehr nahe kommen. Für den Platinprocess sind die Celloidinbilder stark überzucopiren, danach ordentlich vorzuwässern und hierauf in einem der nachstehenden Bäder zu tonen.

a) Kaliumplatinchlorür . . . . 1 g
Destillirtes Wasser . . . . 500 ccm
Phosphorsäure . . . . 10 „

Nach dem Tonen wird wie gewöhnlich fixirt.

b) Recept von E. Valenta:

Lösung A: Wasser . . . . 500 ccm
Natrium biphosphoricum . . . 50 g.

Lösung B: Wasser . . . . 500 ccm
Oxalsaures Kali . . . . . . 100 g.

Man mischt 50 ccm Lösung A, 50 ccm Lösung B und 1 ccm einer 10 proc. Kaliumplatinchlorürlösung. Nachdem die Bilder hierin eine tiefschwarze Färbung erhalten haben, werden sie in irgend ein Goldtonfixirbad gebracht.

c) Ferner empfiehlt E. Valenta folgende Vorschrift: Nach der Vorwässerung werden die Bilder zunächst auf fünf bis zehn Minuten in ein Vorbad gebracht:

Wasser	1000 ccm
Kochsalz	25 g
Doppelt kohlensaures Natron	5 g.

Hierauf werden die Copien wieder gewässert und dann in nachstehendem Bade getont:

Wasser	1000 ccm
10 proc. Kaliumplatinchlorürlösung .	30—50 „
Chlorammonium	20 g.

Nachdem die Copien genügend getont sind, werden sie wie üblich fixirt.

d) Recept von P. Hanneke:

Nach guter Vorwässerung kommen die Copien zuerst in folgende Lösung:

Destillirtes Wasser	1000 ccm
Citronensaures Kalium	50 g
Citronensäure	20 g.

Unmittelbar vor dem Gebrauche fügt man zu 100 ccm Lösung 5 ccm 1 proc. Kaliumplatinchlorürlösung.

Nachdem die Bilder in dem Bade eine bläulich-violette Färbung angenommen haben, bringt man sie in folgendes Goldbad:

Destillirtes Wasser	1000 ccm
Rhodanammonium	20 g
Citronensäure	20 g.

Hierzu kommen, ebenfalls unmittelbar vor dem Gebrauche, auf 100 ccm Lösung 5 ccm 1 proc. Goldchloridlösung. Die Copien nehmen in diesem Bade einen bräunlich-lehmigen Ton an, welcher beim nachfolgenden Fixiren in 10 proc. Fixirnatronlösung in ein reines Grauschwarz bis Tiefschwarz übergeht.

e) Recept nach A. Lainer:

Nach der Vorwässerung werden die Bilder in ein Goldbad folgender Zusammensetzung gebracht:

Krystallisirtes essigsaures Natron . .	10 g
Borax	10 g
Wasser	1000 ccm.

Zu 100 ccm der Lösung fügt man 2 ccm 1 proc. Goldchloridlösung.

Nachdem die Bilder einen braunen Ton zeigen, kommen sie in eine Lösung von:

Wasser	100 ccm
Phosphorsäure	2 „
10 proc. Kaliumplatinchlorürlösung	2 „

Hierin färben sich die Copien violett. Zum Schlusse gelangen die Bilder in ein Fixirbad, bestehend aus:

Wasser	1000 ccm
Fixirnatron	100 g
Natriumsulfit	10 g.

Im Allgemeinen geben die Recepte mit combinirter Goldplatintonung saftigere Schwärzen, als wenn man die Bilder nur mit Platinlösung (wie unter a) angegeben) behandelt. — Nach dem Fixiren sind die Silberplatincopien wie üblich zu wässern.

IV. Der Positivprocess auf Protalbinpapier.

1. Die Herstellung. Für die Bereitung des früher besprochenen Albuminpapiers wird Hühnereiweiss benutzt. Seit 1897 fabriciren die chemischen Werke von Dr. Jolles, Lilienfeld & Co.-Wien ein Albuminpapier, bei welchem Pflanzenalbumin benutzt wird. Die Herstellungsweise dieses neuen Papieres unterscheidet sich wesentlich von der des Eiweisspapiers. Das Pflanzenalbumin gestattet nämlich, Emulsionen herzustellen. Chlorsilber wird im Pflanzenalbumin emulsionirt und auf Barytpapier aufgetragen. Dieses neue Chlorsilber-Pflanzenalbumin-Emulsionspapier wird unter dem Namen Protalbinpapier in den Handel gebracht und zwar mit glänzender und mattirter Oberflächenschicht.

2. Das Copiren. Das Copiren mit Protalbinpapier geschieht genau wie bei dem gewöhnlichen Albuminpapier, nur verläuft der Process bei ersterem schneller. Das Prot-

albinpapier gebraucht zum Copiren bis zu der gewöhnlichen Intensität nur circa ein Drittel der Zeit, welche das gewöhnliche, selbst gesilberte Albuminpapier beansprucht, jedoch zeigen die Bilder auf Protalbinpapier nicht die schöne Weichheit des alten Eiweisspapiers.

3. Das Tonen und Fixiren. Die weitere Behandlungsweise der Protalbincopien ist die gleiche wie beim Albuminpapier. Zunächst werden die Drucke in fliessendem Wasser oder in einer Schale unter mehrmaligem Wasserwechsel 20 bis 25 Minuten gewaschen und dann in das Tonbad gebracht. Bezüglich der Tonbäder liegt keine so grosse Auswahl wie beim Albuminpapier vor. Das von den Fabrikanten des Protalbinpapiers angegebene Schlemmkreidebad hat sich bis jetzt am besten bewährt. Andere Tonvorschriften, wie sie für Albumin-, Celloidin- oder Aristopapier im Gebrauche sind, haben beim Protalbinpapier keine Resultate gegeben oder tonen zu langsam. Auch für combinirte Tonfixirbäder liegen bis jetzt keine gut geeigneten Vorschriften vor.

Das Schlemmkreidebad wird wie folgt bereitet: Man löst in 1500 ccm destillirten Wassers 12 g Rhodanammonium und fügt 500 ccm 0,2 proc. Chlorgoldlösung zu. Nach einiger Zeit setzt man noch 50 g Schlemmkreide zu, schüttelt wiederholt um, lässt dann einige Stunden abstehen und filtrirt. In diesem Tonbade erhalten die Copien nach 8 bis 10 Minuten einen angenehmen, bräunlich-violetten Ton.

Nach dem Tonen werden die Bilder mit Wasser abgespült und hierauf 10 bis 15 Minuten in einer Lösung von 100 g Fixirnatron und 1000 ccm Wasser fixirt. Schliesslich werden die Copien zwei Stunden lang in fliessendem Wasser oder in einer Schale unter häufigem Wasserwechsel gewaschen.

4. Das Aufziehen. Man thut gut, die Protalbinbilder unmittelbar nach dem Auswaschen aufzuziehen. Lässt man die Copien erst trocken werden, so rollen sie zusammen, und es entstehen dann leicht Risse. Die aufgezogenen Protalbincopien besitzen ein schönes Aussehen, und ihre Bild-

schicht ist bedeutend widerstandsfähiger gegen Zerschrammen als die gewisser anderer Copirpapiere, z. B. des Celloidinpapiers.

V. Das Copiren auf Chlorbromsilbergelatineschichten.

(Diapositivplatten).

1. Das Belichten der Diapositivplatten. Für die Herstellung von Fenster- und Projectionsbildern bedient man sich mit Vorliebe der sogenannten Diapositivplatten. Diese Platten sind mit einer Emulsion von Chlor- und Bromsilber in Gelatine präparirt und im Handel fertig zu haben. Die Behandlung der Platten ist dieselbe wie die der für den Negativprocess benutzten Bromsilbergelatine-Trockenplatten, nur ist die Empfindlichkeit bei Weitem nicht so gross. Die Copien auf den Diapositivplatten zeichnen sich durch hervorragende Klarheit und feines Korn aus.

Das Copiren geschieht in den gewöhnlichen Copirrahmen, Negativschicht gegen Diapositivschicht, in der Dunkelkammer unter Anwendung eines Schwalbenschwanzbrenners etc. Die Expositionszeiten richten sich nach der Dichte des Negativs, der Helligkeit der Leuchtquelle sowie der Entfernung letzterer vom Negative. Ein normales Negativ benöthigt bei einem Schwalbenschwanzbrenner in Entfernung von $^3/_4$ m circa 45 Secunden. Die einzelnen Plattenfabrikate weichen in der Empfindlichkeit sehr von einander ab. Die obigen Expositionszeiten gelten für die Diapositivplatten von Otto Perutz-München und R. W. Thomas & Co.-London.

2. Die Entwicklung. Für das Hervorrufen der Diapositivplatten eignen sich besonders der Hydrochinon-, der Brenzkatechin- und der Pyrogallus-Entwickler in nachfolgender Zusammensetzung:

a) Hydrochinon-Entwickler:

Lösung I.	Krystallis. schwefligsaures Natron . .	40 g
	Hydrochinon	8 „
	Citronensäure	4 „
	Destill. Wasser	500 ccm

Lösung II.	Potasche	80 g
	Wasser	500 ccm.

Für den Gebrauch mischt man gleiche Theile Lösung I und II.

b) Brenzkatechin-Entwickler:

Lösung I.	Brenzkatechin	4 g
	Krystallisirtes schwefligsaures Natron	20 „
	Destillirtes Wasser	250 ccm.
Lösung II.	Potasche	20 g
	Wasser	250 ccm.

Für den Gebrauch werden gleiche Theile Lösung I und II gemischt.

c) Pyrogallus-Entwickler:

Lösung I.	Destillirtes Wasser	200 g
	Kaliummetabisulfit	4 „
	Pyrogallussäure	20 „
Lösung II.	Wasser	500 ccm
	Krystallisirtes schwefligsaures Natron	60 g
	Natriumcarbonat	50 „

Für den Gebrauch mischt man 5 ccm Lösung I, 20 ccm Lösung II und 75 ccm Wasser.

Nach der Entwicklung werden die Platten abgespült und dann wie üblich in einer Lösung von:

Unterschwefligsaurem Natron	100 g
Wasser	1000 „

fixirt. Bei der Fixage der Diapositivplatten ist besonders darauf zu achten, dass das Bad klar und frisch ist, damit nicht die Gelatineschicht gelblich gefärbt wird, was für Fenster- und Projectionsbilder oft störend wirkt.

Nach der Fixage werden die Platten wie Bromsilberplatten gewässert.

VI. Das Copiren auf Bromsilbergelatinepapier und die Herstellung von vergrösserten Bromsilbercopien.

1. Die Herstellung von Bromsilbercopien. Die lichtempfindliche Schicht der Bromsilbergelatinepapiere ist

dieselbe wie bei den Trockenplatten, die Behandlungsweise ist daher auch eine analoge.

Das Belichten geschieht wie bei den vorher beschriebenen Diapositivplatten im Copirrahmen bei Lampenlicht, nur ist die Exposition eine bedeutend kürzere. Ein normales Negativ erfordert z. B. in $^3/_4$ m Entfernung von einem Argand-Brenner eine Exposition von 15 Secunden. Bevor man das Entwickeln vornimmt, müssen die Blätter erst in Wasser eingeweicht werden, damit nachher die Entwickler-Flüssigkeit gleichmässig angenommen wird. Man legt zu diesem Zweck die Copie in eine Schale mit Wasser und lässt sie so lange darin, bis sie vollkommen glatt liegt.

Für die Entwicklung können dieselben Hervorrufer benutzt werden, wie sie für die Bromsilbergelatine-Trockenplatten in Anwendung sind, nur sind die Lösungen verdünnter zu nehmen. Nicht alle Entwickler-Recepte geben jedoch gleich gute Resultate, manche neigen zu grünlichen Tönen, andere färben wieder leicht den weissen Untergrund gelblich oder bräunlich.

Empfehlenswerthe Entwickler-Recepte für Bromsilbercopien sind z. B. die folgenden:

a) Der Glycin-Entwickler:

Lösung I.	Glycin	4 g
	Krystallisirtes schwefligsaures Natron	26 „
	Wasser	400 „
Lösung II.	Potasche	20 „
	Wasser	200 „

Man mischt 2 Theile I, 1 Theil II und 2 Theile Wasser.

b) Der Brenzkatechin-Entwickler:

Lösung I.	Brenzkatechin	4 g
	Krystallisirtes schwefligsaures Natron	20 „
	Wasser	200 „
Lösung II.	Potasche	20 „
	Wasser	200 „

Man mischt 1 Theil I, 1 Theil II und 3 bis 6 Theile Wasser.

c) Der Eikonogen-Entwickler:

Lösung I.	Krystallisirtes schwefligsaures Natron	40 g
	Wasser	600 „
	Concentrirte Schwefelsäure	3 Tropf.
	Eikonogen	10 g
Lösung II.	Krystallisirte Soda	30 „
	Wasser	200 „

Man mischt 3 Theile I, 1 Theil II und 4 Theile Wasser.

Man entwickelt so lange, bis alle Details und genügend Kraft im Bilde vorhanden sind.

Nach der Entwicklung werden die Copien mit Wasser abgespült und dann in einer 10 procentigen Lösung von unterschwefligsaurem Natron fixirt. Die Fixage ist in ca. 10 Minuten beendet und werden dann die Bilder gut, und zwar mehrere Stunden lang, gewässert. Das für Bromsilbergelatine-Emulsionen benutzte Rohpapier ist im Allgemeinen stärker als bei anderen Silberpapieren, und der dickere Papierfilz hält natürlich die Fixirnatronlösung länger fest.

2. Herstellung von Vergrösserungen auf Bromsilberpapier. Das Bromsilberpapier wird auch gebraucht, um directe, vergrösserte Copien von Negativen herzustellen. Man bedient sich hierzu eines Apparates, welcher analog dem zur Projection von Bildern benutzten Scioptikon eingerichtet ist. In den Rahmen des Scioptikons wird statt des Diapositivs das Negativ eingesetzt. Das Bild des vergrössert projicirten Negatives wird auf ein Reissbrett geworfen, dessen Fläche genau parallel zur Objectivwand des Scioptikons stehen muss. Nachdem das Bild scharf eingestellt ist, wird auf dem Reissbrette das Bromsilberpapier, in der erforderlichen Bildgrösse geschnitten, mit Reissnägeln glatt aufgespannt und danach exponirt.

Der Apparat wird am besten in einem Dunkelzimmer aufgestellt, da selbstverständlich bei der Exposition jedes Nebenlicht fern zu halten ist. Als Leuchtquelle im Scioptikon kann sowohl gewöhnliches Petroleumlicht als auch Gas-,

Auer-, Kalk- oder elektrisches Licht verwendet werden. Die Länge der Exposition ist natürlich vor Allem von der Stärke der Leuchtquelle abhängig.

Die Behandlung des Papieres nach der Exposition ist dieselbe wie bei dem directen Copirverfahren.

VII. Copirverfahren mit chromsauren Salzen.

A. Der Anilindruck.

Die chromsauren Salze sind an und für sich nicht lichtempfindlich, aber in Verbindung mit organischen Substanzen, wie Papier, Gelatine etc. Badet man z. B. ein Stück Rohpapier in einer Kaliumbichromat-Lösung, lässt dann im Dunkeln das Papier trocknen, so kann man auf selbigem unter einem Negative Bilder copiren. Man erhält ein hellbraunes Bild auf gelbem Grunde; durch Auswaschen des nicht belichteten Kaliumbichromats kann man den Grund weiss erhalten; das hellbraune Bild selbst besteht aus unlöslichem Chromsuperoxyd. Dieser einfache Copirprocess liefert kraftlose Bilder und findet daher keine praktische Verwendung. Die einfache Präparation von Rohpapier mit chromsauren Salzen findet dagegen bei dem sogenannten Anilindruck Anwendung. Derselbe dient nicht zum Copiren von Halbtonzeichnungen, sondern nur für Strichzeichnungen; er gehört also zu den Pausverfahren und giebt nach Positiven direct wieder positive Copien. Der Anilindruck gründet sich auf die eigenthümliche Veränderung, welche das Anilin mit oxydirenden Substanzen eingeht. — Belichtet man ein mit phosphorsäurehaltiger chromsaurer Kalilösung getränktes Papier unter einem Positive, so erhält man eine Copie des Positivs und zwar von gelber Zeichnung auf grünem Grunde. Setzt man dieses Bild nun Anilindämpfen aus, so erzeugen diese an den mit unveränderter Chromsäure geschwängerten Stellen eine tief violette Färbung, wahrscheinlich aus Mauveïn bestehend. Die praktische Ausführung des Anilindrucks ist wie folgt:

Photographisches Rohpapier wird auf ein Reissbrett mit Reissnägeln glatt gespannt und mittelst eines breiten Pinsels mit folgender Lösung bestrichen:

Saures chromsaures Kali	1 Theil
Phosphorsäure von 1,124 spec. Gew. . . .	10 Theile
Wasser	10 „

Darauf hängt man das Papier in einem dunkeln Raume zum Trocknen auf. Das fertige Papier hält sich nur kurze Zeit. Nach dem Trocknen copirt man unter einem Diapositive oder einer Pauszeichnung, bis die Zeichnung des Bildes rein gelb auf hell grünlichblauem Grunde erschienen ist. Behufs Räucherung mit Anilin legt man die Copie auf den Boden eines Kastens, dessen Seitenwände mit Fliesspapier beschlagen sind. Dieses Fliesspapier ist vorher etwas mit Wasser und ferner mit folgender Lösung zu benetzen:

Anilinöl	10 ccm
Benzin	160 „

Nach kurzer Zeit erscheint das Bild in tief blaugrüner Farbe auf hellem Grunde. Es wird nun zum Schluss kurz mit Wasser abgespült und dann zum Trocknen aufgehängt.

Ist zu lange belichtet worden, so wird das Bild flau, war zu kurz exponirt, so färbt sich der ganze Bogen dunkel.

B. Das Pigmentdruckverfahren.

1. Der Pigmentprocess. Chromsaures Kali und Gelatine im Dunkeln in heissem Wasser gelöst und auf irgend eine Fläche, z. B. auf Papier oder Glas, getragen und getrocknet, behalten ihre Löslichkeit in heissem Wasser. Wird aber die Schicht vom Lichte getroffen, so wird sie in Wasser unlöslich. Mengt man der Masse vorher gewisse Farbenpulver bei, so werden diese von der unlöslich gewordenen Masse mechanisch festgehalten. Belichtet man eine solche Schicht zur Hälfte und wäscht sie dann in heissem Wasser, so löst dieses die nicht belichtete Seite auf, die belichtete bleibt als unlösliche farbige Schicht zurück.

Nimmt man die Belichtung unter einem negativen Bilde vor, so bleiben die unter den dicken undurchsichtigen Stellen liegenden Theile löslich, die anderen werden mehr oder weniger tief unlöslich nach Maassgabe der Durchsichtigkeit, und „entwickelt“ man alsdann in heissem Wasser, so erhält man ein Bild, in welchem die hellsten Stellen des Negatives dunkel, die dunkelsten hell sind, d. h. ein positives Bild. Der Process erfordert jedoch die Anwendung einiger Kunstgriffe.

Fig. 65.

Ist *a* (Fig. 65) ein Negativ mit undurchsichtigen Stellen *c c*, Halbtönen *b* und durchsichtigen Partien *a*, und *b* eine darunter belichtete Leimchromatschicht, so dringt die Wirkung des Lichtes unter den durchsichtigen Stellen *aa* bis zum Papiere *P* hinunter (siehe die 2. Reihe, Fig. 65), unter dem halbdurchsichtigen *b* aber bleibt sie oberflächlich wie in *yy*.

Wäscht man einen solchen belichteten Bogen in heissem Wasser, so reissen die Stellen *yy* ab, weil sie ihre löslich gebliebene Unterlage verlieren, und so entsteht ein Bild *c* (Fig. 65), in dem die sogenannten Halbtöne fehlen. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, presst man die belichteten Bogen feucht auf eine klebrige Fläche, z. B. auf coagulirtes Eiweisspapier oder mit Kautschuk oder mit gegerbter Gelatine überzogenes Papier, und entwickelt dann in warmem Wasser. Das Bild bleibt alsdann mit allen Details an der Oberfläche des neuen Papieres haften, das erste Papier löst sich ab, und so erhält man ein Bild mit allen Halbtönen (*d*). Dieses ist freilich verkehrt in Bezug auf rechts und links. In vielen Fällen schadet das nicht. Wünscht man jedoch ein Bild in

richtiger Stellung, so muss das erhaltene Bild noch einmal auf eine andere Fläche übertragen werden, die grössere Adhäsion zu der Schicht hat als die zweite. Falls man sich sogenannter verkehrter Negative bedient, kann man den zweiten Uebertragungsprocess ersparen.

2. Das Sensibilisiren des Pigmentpapieres. Fertig käufliche, mit gefärbter Gelatine überzogene Papiere (Pigmentpapiere) werden in eine filtrirte Lösung von 1 Thl. rothem chromsauren Kali in 30 Thln. Wasser getaucht. Das Papier bleibt so lange in der Chromlösung, bis es vollkommen flach liegt, was ungefähr $1^1/_2$ bis 2 Minuten erfordert. Hiernach hängt man das Papier an Klammern in einem dunkeln Raume zum Trocknen auf. Man präparirt das Papier am besten des Abends und nimmt es am anderen Morgen in Gebrauch. Man lasse das Papier nicht länger unnöthig im Trockenraume hängen, sondern hebe es unter Pressung auf (am besten in einem Copirrahmen auf Glasscheibe). Das chromirte Pigmentpapier hält sich nicht länger als höchstens fünf Tage.

3. Das Copiren. Die trockenen Papiere werden unter einem Negative belichtet. Da das Bild unsichtbar ist, so ist es nicht möglich, die Belichtungsdauer, namentlich bei wechselndem Wetter, genau zu treffen. Belichtet man zu kurz, so wird das Bild nach dem Entwickeln in warmem Wasser zu blass, belichtet man zu lange, so wird es zu dunkel. Durch Anwendung heissen Wassers kann man alsdann das Bild wohl etwas bleichen, aber auf Kosten der Feinheit. Deshalb ist ein Photometer, welches Swan bereits empfahl, von Wichtigkeit. H. W. Vogel construirte 1868 ein solches Instrument, welches im Pigmentdruck und neuerdings im Lichtdruck viel angewendet wird.

Dieses Photometer besteht aus einem Holzkästchen *T* (Fig. 66, a. f. S.), in welches man nach Oeffnung des Bodens Streifen von Papier legt, das mit saurer chromsaurer Kalilösung 1 : 20 getränkt und dann getrocknet worden ist; solches Papier bräunt sich im Lichte und hält sich acht Tage lang empfindlich.

Die Streifen werden durch die Feder *f* mittelst Press-

holz gegen die obere Oeffnung gedrückt. Der Deckel des Instrumentes *D*, der heruntergeklappt und mittelst Haken festgemacht werden kann, enthält eine Glasdecke mit auf-

Fig. 66.

geleimter transparenter Scala aus Papier, deren Durchsichtigkeit von rechts nach links abnimmt.

Diese Scala wird aus Papierlagen, deren Anzahl die aufgedruckte Zahl angiebt, gebildet. Wenn der Deckel *D* mit der Scala niedergeklappt wird, berühren sich Chrompapier und Scala innig. Das Licht scheint durch die Scala hindurch und bräunt den darunter liegenden Papierstreifen. Diese Färbung tritt natürlich zuerst am dünnen, durchsichtigen Theile der Scala ein und schreitet von da nach dem undurchsichtigen Ende hin fort, und zwar um so rascher, je kräftiger das Licht ist. Um zu erkennen, wie weit die Lichtwirkung vorgeschritten ist, sind Zahlen auf die Scala gedruckt, welche das Licht nicht durchlassen, diese bleiben daher hell auf braunem Grunde stehen, und man erkennt so die Stelle, bis zu der die Lichtwirkung vorgeschritten ist, an der daselbst erschienenen Zahl.

Um dieses Instrument zu benutzen, muss man erst einige Probecopieen machen. Angenommen, man wolle einen Pigmentdruck nach einem Negative fertigen, so belichtet man die Pigmentschicht unter dem Negative gleichzeitig mit dem Photometer. Nach einiger Zeit deckt man das Negativ zur Hälfte zu, sieht im Lampenlichte nach, wie weit das Photometerpapier gebräunt ist und notirt die betreffende Zahl (den Photometergrad); die andere Hälfte copirt

man weiter bis zu einem höheren Photometergrade. Dann entwickelt man das Pigmentbild und sieht nach, bei welchem Photometergrade das günstigste Resultat erzielt worden ist. Man hat hierzu selten mehr als einen Versuch nöthig. Wenn durch diesen der „Grad“, bis zu welchem das betreffende Negativ copiren muss, festgestellt ist, so kann man jederzeit mit Hülfe des Photometers die Belichtungsdauer regeln. Geübte Arbeiter stellen nur den Copirgrad einiger Negative fest und erkennen bei einem neuen Negative durch Vergleichung mit den vorhandenen leicht, bis zu welchem Grade es copirt werden muss. Verfasser hat gezeigt, dass die Lichtstärken unter den verschiedenen Stellen der Scala in sehr einfachem Verhältnisse zu einander stehen. Ist die Helligkeit unter der einfachen Papierlage beispielsweise $\frac{1}{n}$, so ist sie unter zwei Streifen $\frac{1}{n^2}$, unter x Streifen $\frac{1}{n^x}$ etc.

4. Das Uebertragen und Entwickeln der Pigmentcopie. Das belichtete Papier wird in kaltes Wasser getaucht und mit Hülfe eines Quetschlineals von Kautschuk mit einer anderen Fläche zusammengepresst, auf welche man das Papier übertragen will; als solche verwendet man: 1. sogenanntes einfaches Uebertragungspapier, ein mit Kautschuk oder coagulirtem Eiweiss oder coagulirter Gelatine überzogenes Papier; solches benutzt man, falls das Bild auf der Uebertragungsfläche bleiben soll; 2. ein mit Gelatine und einer Schellacklösung überzogenes Papier, sogenanntes Entwicklungspapier; dieses dient als temporärer Support, von diesem wird nachher das Bild, um es in richtiger Stellung zu erhalten, auf sogenanntes doppeltes Uebertragungspapier gebracht; 3. eine mit 2 procentigem Collodium oder Chromgelatine (s. S. 132) überzogene Glasplatte.

Die Fläche, auf welche man übertragen will, muss etwas grösser sein als die Pigmentcopie, sie muss etwa 1 cm über den Rand der letzteren gehen. Sowohl Pigmentcopie als die Uebertragungsfläche werden zunächst in eine Schale mit kaltem Wasser gelegt, worin sie so lange verbleiben,

bis das Pigmentpapier völlig glatt liegt. Dann bringt man unter Wasser die Pigmentcopie auf die Uebertragungsfläche, nimmt beide zusammen heraus und presst mittelst Quetschlineal das Pigmentpapier an die Uebertragungsfläche. Die zusammengepressten Papiere hängt man für einige Minuten an Klammern auf. Ist die Uebertragungsfläche eine Glasscheibe, so bringt man dieselbe mit der aufgequetschten Copie einige Zeit unter Druck (im Copirrahmen oder durch Ueberlegen einer zweiten Glasplatte mit Beschwerung). Nachher werden die zusammengepressten Flächen in warmes Wasser von 30° R. getaucht. Hier lösen sich die Pigmentpapiere bald ab, die Pigmentschicht haftet an der Uebertragungsfläche, bald lösen sich die nicht belichteten Gelatinetheile auf, und das Bild erscheint. Wenn alle löslich gebliebene Gelatine entfernt ist, wäscht man das Bild mit Wasser, legt es 5—10 Minuten in vierprocentige Alaunlösung und trocknet es. Bilder, nach 1. und 3. entwickelt, sind damit fertig. Bilder nach 2. entwickelt werden nass mit sogenanntem doppelten Uebertragungspapier (ein mit nicht coagulirter Gelatine überzogenes Papier, welches vorher auf kurze Zeit in Wasser von ca. 30° R. gelegt wurde, bis es flach liegt) mittelst Quetschlineal zusammengepresst und darauf an Klammern aufgehängt. Nach einigen Stunden springt der aufgepresste Bogen, der grössere Adhäsion zu dem Bilde hat, als die erste Uebertragungsfläche, von selbst ab.

Bilder dieser Art sehen stumpf aus. Will man glänzende Bilder fertigen, so entwickelt man auf Glas (wie in 2.), das vorher mit Wachs eingerieben, dann collodionirt worden ist, presst den Uebertragungsbogen auf das entwickelte Bild und lässt trocknen. Das Bild springt alsdann ab und erhält durch das anhaftende Collodium einen hohen Glanz [1]).

Das Pigmentdruckverfahren erfordert zur Ausübung grössere Vorsicht und Routine, als der Silbercopirprocess. Es gestattet aber, Papierbilder und Glasdiapositive in jedem be-

[1]) Ausführliches über den Pigmentdruck siehe: Das photographische Pigmentverfahren von H. W. Vogel. III. Aufl., Berlin bei Gust. Schmidt.

liebigen Farbenton herzustellen (Beispiele: Braun's Facsimiles nach Handzeichnungen grosser Meister). Sind die gewählten Pigmente echt, so ist man der Haltbarkeit des Bildes sicher.

C. Der Gummidruck.

Als neuere Modification des Pigmentdruckes gilt der Gummidruck, bei welchem man das Bild auf der ursprünglichen Unterlage lässt. Die zarten Halbtöne gehen hier bei der Entwicklung leicht verloren, doch giebt dieses Veranlassung zu gewissen künstlerischen Effecten, die an die modernen Richtungen der Malerei erinnern.

Gebrauchsfertiges Gummibichromat-Papier ist nicht im Handel zu haben, sondern man muss sich für das Verfahren sein Papier selbst bereiten.

1. Rohpapier. Als Rohpapier für den Gummidruck können sowohl die photographischen Rohpapiere von Steinbach, Schoeller u. A. dienen, als auch Zeichenpapier, von Whatmann, Schleicher & Schüll etc. Der Bildeffect ist auf diesen einzelnen Untergrundpapieren auch ein verschiedener.

2. Präparation des Papieres. Was die Präparation des Papieres anbetrifft, so sind darüber verschiedene ausführliche Arbeitsvorschriften publicirt [1]). Man kann das Rohpapier zunächst chromiren und dann mit Gummilösung und Farbstoff überziehen oder auch alles zusammen in einer Lösung auftragen. Ferner wird auch empfohlen, der Gummilösung noch etwas Stärke zuzufügen.

Ungeleimte oder schlecht geleimte Rohpapiere müssen, um Copien mit reinen Weissen zu geben, zunächst vorpräparirt werden; Watzek schlägt hierzu eine Mischung vor von:

100 ccm heisser 2—5 procentiger Gelatine-Lösung und
5 „ „ 5 „ Chromalaun-Lösung.

[1]) Siehe J. Gaedicke, Der Gummidruck. Verlag von Gustav Schmidt, Berlin.
Fr. Behrens, Zur Praxis des Gummidrucks: Photograph. Mittheil., XXXIV.
Th. Hofmeister, Der Gummidruck.

J. Packham empfiehlt gut geleimtes Rohpapier zuerst auf zwei Minuten in eine 10 proc. Lösung von Kaliumbichromat unterzutauchen, nachher zu trocknen und dann mit Gummilösung und Farbe zu bestreichen.

Letztere Mischung wird wie folgt hergestellt: 40 g in kleine Stücke zertheilter Akazien-Gummi werden unter Umrühren in 100 ccm kalten Wassers gelöst und hiernach durch feinen Flanell filtrirt. Was den Farbenzusatz betrifft, so werden solche in Pulverform oder in Pastenform angewendet. Packham giebt z. B. folgendes Recept:

15 ccm Gummilösung 4 : 10 und
15 „ Wasser

werden gut durcheinander gerührt. Ferner werden 0,8 g schwarzes Farbpulver abgewogen, auf eine Glasplatte gebracht, dazu einige Tropfen der Gummilösung und das Ganze mit einem Spachtel zu einer Paste verrieben. Danach setzt man weitere Gummilösung zu, mischt gut durcheinander und bringt schliesslich die Masse in eine Schale.

Das chromirte Papier wird auf ein Reissbrett gespannt, mittelst eines breiten Pinsels die farbige Gummilösung aufgetragen und dann das Papier zum Trocknen aufgehängt.

Bei Anwendung von Ocker, Terra umbra, Sepia empfiehlt Packham, 2 bis 3 g des Farbstoffes auf 30 ccm Gummilösung zu nehmen.

3. Das Copiren. Für das Copiren ist zu beachten, dass die rothen Farben längere Expositionen bedürfen als die braunen und schwarzen. Man bedient sich beim Copiren, gerade wie beim Pigmentverfahren, am besten eines Photometers (s. S. 185) und macht Probeentwicklungen.

4. Die Entwicklung. Diese geschieht in kaltem Wasser. Die Copie wird mit der Schichtseite nach unten in eine Schale mit Wasser gelegt und darin 5 bis 10 Minuten belassen. Hat sich die Farbschicht dann in den hellsten Theilen des Bildes schon etwas gelöst, so muss sehr sorgfältig weiter verfahren werden; hat sich noch nichts gelöst, so ist alles in Ordnung. Man ersetzt das Wasser durch

frisches, erscheint dann nach ca. 20 Minuten das Bild, so war die Exposition richtig. Man nimmt nun die Copie aus dem Wasser, bringt sie auf eine Glasscheibe und entwickelt vorsichtig mit einem weichen, angefeuchteten Marderpinsel. Bleiben einige Bildpartien zurück, so behandelt man diese stärker. Mitunter muss man sogar zu warmem oder heissem Wasser greifen.

Nachdem das Bild vollständig entwickelt ist, bringt man es, um jede Spur von Chromsalz zu entfernen, in eine Lösung von Alaun oder Natriumsulfit. Hiernach werden die fertigen Gummidrucke zum freiwilligen Trocknen aufgehängt.

Im Allgemeinen ist zu dem Gummidruck-Verfahren zu bemerken, dass sich ganz bestimmte Vorschriften schwer geben lassen. Hier hängt Vieles von dem gewünschten Charakter der Copie ab. Zur Erreichung gewisser Effecte wird sogar ein hintereinanderfolgendes zwei- bis dreimaliges Uebereinanderpräpariren, -drucken und -entwickeln mit dem Bilde vorgenommen. Es lässt sich daher denken, dass ein Beherrschen des Verfahrens für den in Papierpräparation Ungeübten nicht in wenigen Wochen erlernt ist.

D. Das Staubverfahren.

Mischt man chromsaure Kalilösung mit Gummilösung und übergiesst damit eine Glasplatte, die dann getrocknet wird, so erhält man eine Schicht, die im frischen Zustande klebrig ist und deshalb trockene Farbenpulver, die man darauf streut, festhält. Belichtet man aber solche Schicht, so verliert sie ihre Klebrigkeit und damit die Fähigkeit, Farbenpulver festzuhalten.

Nimmt man demnach die Belichtung unter einem Positive vor, so behalten nur die durch die Contouren der Zeichnung geschützten Stellen ihre Klebrigkeit. Bestäubt man dann die belichtete Platte mit irgend einer zarten Farbe, so bleibt diese an den geschützten Stellen hängen und erzeugt ein Bild.

Nimmt man einen mit chromirter Gelatine überzogenen Papierbogen, so erhält man eine Anthrakotypie [1]).

Nimmt man irgend eine Emaillefarbe, so erhält man ein einbrennbares Bild.

Nach diesem Verfahren erhält man von einem positiven Bilde wieder ein Positiv. Obernetter benutzt es, um nach einem negativen Bilde wieder ein Negativ zu erzeugen und dadurch die zerbrechlichen photographischen Platten zu vervielfältigen.

Bilder der Art lassen sich durch Aufgiessen von Collodium und Einlegen in Wasser ablösen und mit der Collodiumhaut auf andere Flächen übertragen (z. B. behufs des Einbrennens auf Porcellangeschirr). Ebenso kann man mittelst des Staubprocesses erhaltene Negative umkehren und dadurch die verkehrten Negative gewinnen, welche für den Pigmentdruck (s. o.) erforderlich sind.

Behufs Reproduction von Negativen operirt Obernetter folgendermafsen:

Eine neue, geputzte Spiegelplatte wird mit folgender Lösung gleichmässig übergossen:

Dextrin 4 g, gewöhnlicher weisser Zucker 5 g, doppeltchromsaures Ammoniak 2 g, Wasser 100 g, Glycerin [2]) zwei bis acht Tropfen. Nach vollständiger Lösung wird durch Papier filtrirt. Die Lösung hält sich einige Tage.

Diese so übergossene Platte, von der man das Ueberflüssige an einer Ecke abfliessen lässt, wird in einem staubfreien Trockenschranke in wagerechter Lage bei einer Temperatur von ca. 40 bis 60° R. getrocknet. Nach fünf bis zehn Minuten ist die Lösung spiegelglatt aufgetrocknet. Noch warm exponirt man in einem gewöhnlichen Copirrahmen unter dem verlangten Negative in zerstreutem

---

[1]) Pizzighelli, Anthrakotypie u. Cyanotypie. Wien, Verlag der photogr. Correspondenz.

[2]) Der Zusatz von Glycerin, welches hygroskopisch ist, wird benutzt, um die Lösung nach den verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen zu stimmen. Bei feuchter, warmer Luft im Sommer arbeitet die Lösung auch ohne Glycerin.

Lichte, je nach der Dichtigkeit des Negatives und Intensität des Lichtes 5 bis 15 Minuten.

Die Expositionszeit ist die richtige, wenn das Bild schwach sichtbar ist. Nach dem Exponiren legt man die Platte wieder in den Trockenschrank, bis sie etwas wärmer als die Luft in dem Locale ist, in welchem man die nächste Operation ausführt. Ist die Platte so weit erwärmt, so legt man sie in einem nicht zu hellen Zimmer auf ein Blatt weisses Glacépapier, taucht einen feinen Staubpinsel in sehr fein geschlämmten Graphit und reibt denselben vorsichtig auf der Platte aus einander; durch leichtes Anhauchen lässt sich das Annehmen des Graphites beschleunigen. Ist die gewünschte Kraft erzielt, so staubt man vollständig ab und übergiesst die Platte mit Rohcollodium folgender Zusammensetzung: 500 Thle. Alkohol, 500 Thle. Aether, 15 bis 20 Thle. Collodiumwolle, schneidet nach dem Anziehen des Rohcollodiums die Ränder mit einem scharfen Messer ab und legt die Platte in gewöhnliches Wasser. Nach zwei bis fünf Minuten hat die Collodiumhaut mit dem Bilde sich vom Glase abgelöst, diese wird nun sogleich unter Wasser umgekehrt und mit der Glasplatte herausgehoben. Unter einem schwachen Wasserstrahle wäscht man Luftblasen, die sich zwischen Collodiumhaut und Glas befinden, heraus, übergiesst das Ganze zum Schlusse mit einer dünnen Gummilösung (2 g zu 100 Wasser) und lässt es in senkrechter Lage freiwillig trocknen. Nach dem Trocknen kann man auf gewöhnliche Weise lackiren.

VIII. Copirverfahren mit Eisensalzen.

1. Eisenchloridpapier. Eisenoxydsalze sind lichtempfindlich in Berührung mit organischen Substanzen und werden am Lichte zu Oxydulsalzen reducirt. Das bekannteste Eisenoxydsalz ist Eisenchlorid, $Fe_2 Cl_6 + 6 H_2 O$. Ein Papier mit einer Lösung dieses Salzes (1 : 6) getränkt, getrocknet und unter einem Negative belichtet, erscheint an allen vom Lichte getroffenen Stellen weiss, weil sich hier helles

$FeCl_2$ gebildet hat. Das so erhaltene blasse Bild kann man leicht dunkel färben:

a) Durch Eintauchen in Goldlösung. Es schlägt sich dann dunkles blaues Goldpulver an allen Stellen, wo $FeCl_2$ durch das Licht gebildet wurde, nieder:

$$6\,FeCl_2 + 2\,AuCl_3 = 3\,Fe_2Cl_6 + 2\,Au$$

(Herschel's Chrysotypie).

b) Durch Eintauchen in eine Lösung von rothem Blutlaugensalz: dieses giebt bekanntlich mit Eisenoxydsalzen keinen, mit Eisenoxydulsalzen aber einen Niederschlag von Turnbullblau, es kommt deshalb das Bild mit intensiv blauer Farbe zum Vorschein (Herschel's Cyanotypie).

2. Eisenblauprocess. Statt das Bild mit Ferridsalz zu tränken und zu belichten und dann erst zu entwickeln, kann man auch die beiden Flüssigkeiten (Lösung von Ferridsalz und Lösung von rothem Blutlaugensalz) zusammenmischen und dann damit Papier tränken und trocknen. Werden diese Papiere unter einem Negative belichtet, so entsteht sofort ein blaues positives Bild, indem das gebildete Ferrosalz durch das gegenwärtige Blutlaugensalz in Turnbullblau übergeführt wird.

Diese Methode dient als Pausprocess zum Copiren von Zeichnungen. Man überzieht Papier mit einer Mischung von 8 Thln. rothem Blutlaugensalz, 50 Thln. Wasser und 10 Thln. braunem oder grünem citronensauren Eisenoxydammoniak [1]) in 50 Thln. Wasser. Diese Lösung streicht man mit einem Schwamme auf reines, weisses, geleimtes Papier, lässt den Bogen trocknen und belichtet ihn unter einer Zeichnung. Die unter den hellen Theilen der Zeichnung liegenden Stellen färben sich dunkel, die unter den schwarzen Strichen liegenden bleiben hell. Durch Auswaschen in Wasser wird das erhaltene Bild fixirt. Es stellt ein negatives Bild, weiss auf blauem Grunde, dar. — Es giebt auch Eisenprocesse [2]),

[1]) Das grüne Salz giebt ein lichtempfindlicheres Papier.

[2]) Dr. E. Vogel's Taschenbuch der prakt. Photographie, 7. Aufl., S. 255. 264.

welche direct positive Bilder liefern, deren Selbstpräparationen wegen ihrer Unsicherheit aber wenig ausgeführt werden. Solche Papiere sind fertig im Handel käuflich.

3. Der **Platindruck** ist ein durch **Willis** eingeführtes interessantes Lichtcopirverfahren, welches zur Photographie mit Eisensalzen gehört, denn als Grundlage dient ein Papier, welches mit Platin- und Eisenoxydsalzen präparirt ist. Belichtet man solches, so wird allerdings das Platinsalz für sich allein theilweise reducirt. Daneben erfolgt eine Reduction des Eisenoxydsalzes zu Oxydulsalz, welches energisch reducirend auf das gegenwärtige Platinsalz wirkt; dieses kann schon durch langes Copiren geschehen (auscopirte Platinbilder) oder nach kurzem Copiren durch Entwicklung in einer, am besten heissen, neutralen Kaliumoxalatlösung; dadurch springt das bloss ancopirte Platinbild plötzlich heraus. Kalte Entwicklung giebt weniger gute Resultate. Obgleich der Process wegen der Platinsalze erheblich theurer ist, als irgend ein Silberprocess, so hat er wegen der schönen sammetartigen, an Aquatinta-Kupferstiche erinnernde Schwärzen und Halbtöne und wegen der grossen Haltbarkeit seiner Bilder sich eine ziemlich weitgehende Anerkennung erworben und mit Recht.

Zur Herstellung von Platinpapieren überzieht man zunächst photographisches Rohpapier[1]) mit Stärke (den Ueberzug mit Gelatine verwerfen wir wegen der geringeren Haltbarkeit der darauf dargestellten Bilder). Man verreibe 2 g Arrowroot mit sehr wenig Wasser in einer Reibschale, giesse es langsam unter Umrühren in 100 ccm siedendes Wasser und presse den so gebildeten dünnen Kleister durch Leinwand.

Das Papier wird auf ein Reissbrett gespannt, der Kleister mittelst eines runden, reinen Borstenpinsels (mit sogenannten geschliffenen Borsten) aufgetragen und mittelst

[1]) Für den Platindruck können folgende Rohpapierfabrikate benutzt werden: Rives, Steinbach, Schoeller, sowie bessere Zeichenpapiere wie Whatmann etc.

„Vertreibpinsels“ egalisirt. Nach dem Trocknen wird das Aufstreichen noch einmal wiederholt. Das so vorpräparirte Papier ist unbegrenzt haltbar.

a) Platindruck mit Entwicklung. Sensibilisirung des Papieres (bei Lampenlicht). Man nehme für Kaltentwicklungspapier:

Lösung I: 10 g Kaliumplatinchlorür,
60 ccm destillirtes Wasser;

Lösung II: 100 ccm Ferridoxalatlösung für Platindruck[1]),
1 g oxalsaures Blei;

Lösung III: 6 g Natriumplatinchlorid,
60 ccm destillirtes Wasser.

Alle drei Lösungen werden filtrirt; man bewahrt Lösung II als sehr lichtempfindlich im Dunkeln oder in einer dunkelbraunen Flasche auf.

Vor dem Gebrauche mische man für einen Bogen 3 ccm Lösung I, 4,5 ccm Lösung II, 3 ccm destillirtes Wasser, für rauhe, körnige Papiersorten muss der Wasserzusatz auf 5 bis 8 ccm erhöht werden.

Man erhält hiermit ein weich copirendes Papier für kräftige Negative. Um ein härter copirendes Papier für weniger kräftige Negative zu erhalten, setzt man der Mischung noch fünf bis zehn Tropfen Lösung III hinzu.

Für Heissentwicklungspapier dient folgende Vorschrift:

Lösung I: 10 g Kaliumplatinchorür,
60 ccm destillirtes Wasser;

Lösung II: Ferridoxalatlösung für Platindruck[1]).

Lösung III: 6 g Natriumplatinchlorid,
60 ccm destillirtes Wasser.

Man mischt zum Gebrauche für einen Bogen 4 ccm Lösung I, 5 ccm Lösung II, 2 bis 3 ccm Wasser (für rauhes Papier 3 bis 4 ccm Wasser). Lösung III wird wie oben bei Kaltentwicklung benutzt.

---

[1]) Von Schering's Grüner Apotheke-Berlin oder Dr. Th. Schuchardt-Görlitz zu beziehen.

Um Platinbilder in Sepiafarbe herzustellen, fügt man zu obiger Mischung noch 0,2 bis 1 ccm einer 5 proc. Quecksilberchloridlösung und zwei Tropfen Lösung III hinzu, letztere, weil das Papier sonst keine reinen Weissen giebt.

Zum Aufstreichen der Lösungen benutzt man zwei Pinsel, die sehr sauber gehalten werden müssen, einen zum Streichen, einen zum Vertreiben (Egalisiren). Man spannt das Papier auf ein Reissbrett. Das bestrichene Papier wird rasch in einem 40 bis 50° C. warmen, ventilirten Trockenschranke getrocknet. Als solchen benutzt man im Kleinen eine grössere Kiste oder ein mit Pappe benageltes Holzgestell, dessen Boden ein Blech und dessen Deckel ein mit Leinwand bespannter Rahmen ist. Durch einen Gas- oder Spiritusbrenner, der unter den Blechboden gestellt wird, wird der Kasten erwärmt. Die Temperatur liest man auf einem durch eine seitliche Oeffnung eingeschobenen Thermometer ab. Man legt das Papier auf wagerecht in den Kasten angebrachte, mit Kanevas bespannte Holzrahmen.

Man kann auch das Papier in der Nähe eines Ofens im Dunkelzimmer aufhängen. Schnelles Trocknen (höchstens 15 Minuten) ist sehr wichtig.

Kaltentwicklungspapier hänge man, bevor man es durch Wärme trocknet, zehn Minuten lang auf.

Die besten Resultate giebt frisch präparirtes Papier. Das Papier ist in gut verschlossenen Blechbüchsen, in denen sich ein Gefäss mit entwässertem Chlorcalcium befindet, welches die Luft in der Büchse trocken erhält, aufzubewahren. Die Empfindlichkeit des Platinpapieres erfordert beim Copiren Vorsicht (gelbes Licht). Man berühre es möglichst wenig mit den Fingern und lege, namentlich bei feuchtem Wetter, hinter das Platinpapier im Copirrahmen ein Stück Wachstaffet oder Gummituch. Man copirt bei zerstreutem Tageslichte so lange, bis das Bild mit allen Details schwach braun auf gelbem Grunde sichtbar geworden ist.

Das Entwickeln der Platinbilder gestaltet sich verschiedenartig. Die Copien auf Kaltentwicklungs-

papier legt man mit der Schichtseite nach oben auf eine saubere Glasplatte und streicht mit einem breiten Haarpinsel folgende Lösung auf (und zwar so, dass jeder Pinselstrich den vorhergehenden übergreift):

100 g oxalsaures Kali (neutral),
50 g phosphorsaures Kali,
1000 ccm destillirtes Wasser.

Nachdem so die ganze Copie überstrichen ist, wiederholt man das Aufstreichen über Kreuz. Nach jedem Pinselstrich muss der Pinsel wieder in die Lösung getaucht werden. Es ist durchaus nicht nöthig, sich beim Aufstreichen zu übereilen, da die sich anfangs zeigenden Pinselstriche bei fortgesetzter Entwicklung wieder vollständig verschwinden. Sobald das Bild genügend kräftig erschienen ist, wird es fixirt (s. u.).

Die Copien auf Heissentwicklungspapier werden mit einer Lösung von 1 Thl. neutralem oxalsauren Kali in 3 Thln. destillirtem Wasser, die in einer Porcellanschale auf 50 bis 75° C. erwärmt ist, behandelt. Diese Lösung muss stets sauer reagiren, eventuell setzt man gesättigte Oxalsäurelösung zu. Man zieht die Copien unter Vermeidung von Luftblasen mit der Schichtseite nach unten über das Entwicklungsbad. Die Entwicklung erfolgt momentan; eventuell kann man das Durchziehen wiederholen.

Das entwickelte Bild wird sofort ins Fixirbad (s. u.) gebracht.

Der Entwickler kann längere Zeit benutzt werden, bis er stark roth geworden ist. Er wird dann zur Wiedergewinnung des darin enthaltenen Platins zurückgestellt.

Werden die Copien nicht sofort entwickelt, so müssen sie in einer Chlorcalciumblechbüchse (siehe oben) aufbewahrt werden.

Für Papier in Sepiaton (s. o.) nimmt man folgende Entwickler:

100 g oxalsaures Kali,
50 g phosphorsaures Kali,
20 g Citronensäure,
10 g Chlorkalium,
1000 ccm destillirtes Wasser.

Die Temperatur dieser Lösung sei mindestens 70° C.

Das Fixiren der entwickelten Bilder geschieht durch verdünnte Salzsäure (2 ccm reine Salzsäure auf 100 ccm Wasser). Diese Salzsäurelösung muss so oft gewechselt werden, als sie sich noch gelblich färbt. Drei- bis viermalige Wechselung, wobei man die Bilder jedesmal zehn Minuten in der Säure liegen lässt, genügt.

Man wasche nach dem letzten Salzsäurebade die Bilder 15 bis 20 Minuten lang in mehrmals gewechseltem Wasser und trockne an Klammern.

b) Platindruck ohne Entwicklung. Man fertigt die dazu nöthigen Papiere, indem man zu der Sensibilisirungslösung Natrium- oder Kaliumoxalat (also die Substanz, welche oben zur Hervorrufung des Bildes dient) zusetzt. Das Papier kommt als „Pizzighelli-Platinpapier“ in den Handel.

Vorpräpariren, Sensibilisiren und Trocknen werden wie oben durchgeführt. Der directe Platindruck erfordert unbedingt kräftige Negative, dünne Negative geben flaue Bilder.

Man präparirt für Platindruck ohne Entwicklung mit folgenden Lösungen:

I: 1 g Kaliumplatinchlorür,
6 ccm destillirtes Wasser;

II: 50 g Natriumferridoxalat,
100 ccm destillirtes Wasser;

III: 6 g Natriumplatinchlorid,
60 ccm destillirtes Wasser.

Man mischt 4 ccm I mit 6 ccm II und drei Tropfen Lösung III, denen man für glattes Papier 1 ccm, für rauhes 2, höchstens 3 ccm Wasser hinzufügt.

Wünscht man härter copirendes Papier (für weniger kräftige Negative), so nimmt man mehr Lösung III und zwar bis zu zehn Tropfen; für sehr kräftige Negative kann dagegen Lösung III ganz fortgelassen werden.

Für sepiafarbige Bilder dient wieder Zusatz von Quecksilbersalz: 4 ccm I, 4 ccm II und 4 ccm Quecksilberchloridlösung (1 g Quecksilberchlorid auf 50 ccm Wasser).

In Bezug auf Trocknen gilt das bereits oben beim Entwicklungspapier Gesagte.

Für das Copiren ist Folgendes zu beobachten: Man nimmt das Papier ungefähr eine halbe Stunde vor dem Gebrauch aus der Chlorcalciumbüchse, da Luftfeuchtigkeit beim Copiren eine Rolle spielt. Man kann auch das Papier in einen Kasten bringen, an dessen Deckel einige Bogen feuchtes (nicht nasses) Löschpapier befestigt sind.

Das direct copirende Platinpapier ist bedeutend weniger empfindlich, als das Entwicklungspapier. Man copire aber nicht dunkler, als das Bild bleiben soll, da es beim Fixiren nicht zurückgeht.

Um zu sehen, wie weit das Bild copirt ist, haucht man eine Ecke vorsichtig an, worauf sich an dieser Stelle durch die Feuchtigkeit das Bild entwickelt. Sieht man hieraus, dass die Copie genügend copirt ist, so entwickelt man sie durch Einlegen zwischen feuchtes Löschpapier oder indem man sie einige Zeit über Wasserdampf hält. Das Fixiren geschieht wie vorher in stark verdünnter Salzsäure.

Ueber Landschafts- und Portrait-Aufnahmen.

Bei der Aufnahme von Landschaften und Portraits sind zur Erreichung guter Resultate verschiedene Umstände zu beachten, welche in den vorhergehenden, die photographische Technik behandelnden Capiteln nicht besprochen werden konnten und denen wir hier einige Worte widmen wollen [1]).

Aufnahme von Landschaften und Architekturen.

Zunächst handelt es sich bei Landschafts-Aufnahmen um Auffindung des richtigen Standpunktes für die Camera. Man betrachte die Landschaft, welche man aufnehmen will, zunächst ohne Camera von verschiedenen Standpunkten und stelle letztere erst dann auf, wenn man den geeignetsten Punkt aufgefunden hat.

Hierbei ist zunächst darauf zu achten, ob das Bild einen passenden Vordergrund bekommt. Störende Gegenstände im Vordergrunde können den ganzen Eindruck des Bildes vernichten und gegenüber dem Maler, welcher zu seinem Bilde nicht Passendes einfach fortlassen kann, ist hier der Photograph oft übel daran. Durch Auf- und Abwärtsschieben des Objectivbretts der Camera sorgt man dafür, dass das Bild nicht zu viel oder zu wenig Vordergrund bekommt. Hier das Richtige zu finden, muss dem künstlerischen Empfinden des Photographen überlassen werden.

---

[1]) Eingehenderes hierüber siehe H. W. Vogel, Photographische Kunstlehre, und Horsley-Hinton, Künstlerische Landschaftsphotographie. Berlin, bei Gustav Schmidt.

Man vermeide möglichst parallele Linien im Bilde, welche dasselbe langweilig machen. So wirkt es z. B. recht hässlich, wenn man ein Fluss- oder Seeufer aufnimmt, welches mit dem Horizont völlig parallel läuft. Durch einen oft nur geringen Stellungswechsel erreicht man in solchen Fällen eine perspectivische Ansicht des Vordergrundes und das Bild wirkt interessanter.

Man achte auch darauf, dass das Bild einen richtigen Abschluss hat. So sieht es z. B. unnatürlich aus, wenn auf der Photographie einer Brücke oder eines Thorbogens nur ein Pfeiler sichtbar ist. Der betreffende Gegenstand macht dann den Eindruck, als ob er umfallen wollte.

Von grossem Einfluss auf das Gelingen von Landschafts- und Architektur-Aufnahmen ist auch die Beleuchtung. Anfänger glauben oft, dass die Mittagszeit, wo das Licht am hellsten ist, zur Aufnahme von Landschaften am geeignetsten sei. Diese Ansicht ist aber durchaus falsch, denn bei zu greller Beleuchtung treten die Contraste zwischen Licht und Schatten übertrieben stark hervor und die bei solcher Beleuchtung aufgenommenen Bilder erscheinen „hart“.

Bei mildem Sonnenlicht in den späteren Nachmittagsstunden, wenn die Sonne nicht höher als 35° über dem Horizont steht, oder bei schwacher Verschleierung der Sonne durch Wolken, erhält man bei Weitem bessere Resultate als bei greller Beleuchtung. Auch helles diffuses Licht ist grellem Sonnenlicht bei Weitem vorzuziehen.

Als Regel für alle photographischen Aufnahmen gilt, dass die Sonne niemals in das Objectiv scheinen darf. Der Standpunkt der Camera wird am besten so gewählt, dass das Licht von der Seite ungefähr unter einem Winkel von 45 Grad mit der Gesichtslinie kommt. Directes Vorderlicht (welches man dann hat, wenn die Sonne direct hinter dem Apparat steht) giebt keine guten Landschafts-Aufnahmen; es fehlt den Bildern, der fehlenden seitlichen Schatten wegen, die Plastik. Ebenso ist allzu seitlicher oder sehr tiefer Stand der Sonne wegen der übertrieben starken Schlagschatten nicht günstig. Aufnahmen gegen die Sonne können unter

Umständen sehr malerisch wirken, doch ist bei solchen Aufnahmen stets dafür Sorge zu tragen, dass das Objectiv des Apparates durch irgend einen Gegenstand vor Sonnenlicht geschützt ist, da andernfalls Verschleierung der Platte eintreten würde.

Man bedenke stets bei Aufnahme von Landschaften, dass bei der photographischen Wiedergabe die Farben wegfallen. Anfänger lassen sich oft verleiten, Landschaften aufzunehmen, welche nur durch die Farbe wirken, und erhalten dann bei der einfarbigen Photographie Bilder ohne jeden Effect.

Um sich eine Vorstellung davon zu machen, wie ein farbiges Bild in der Photographie wirkt, empfiehlt es sich, dasselbe durch eine dunkelblaue Scheibe (aus Kobaltglas) zu betrachten. Man sieht dann das Bild einfarbig und in den Tonabstufungen, wie man sie bei der Aufnahme mit gewöhnlicher Platte erhält. Durch eine dunkelgrüne Scheibe (aus sogenanntem Kathedralglas) sieht man die Landschaft ebenfalls einfarbig, aber in den Tonwerthen, wie sie bei Aufnahmen mit farbenempfindlichen Platten wiedergegeben werden. Farbenempfindliche Platten sind den gewöhnlichen Platten für Landschafts-Aufnahmen stets vorzuziehen, schon wegen der besseren Durchzeichnung der Laubpartien. Auch weisse Wolken auf blauem Himmel, die bei gewöhnlichen Platten meist ganz verloren gehen, werden auf der farbenempfindlichen Platte wesentlich besser wiedergegeben.

Ganz besonders vortheilhaft erweisen sich die farbenempfindlichen Platten für Aufnahmen entfernterer Gegenstände, z. B. Bergpartien, namentlich bei etwas dunstigem Wetter. Man kann hier mit gewöhnlichen Platten niemals gleich gute Resultate erreichen.

Neben der Wahl des richtigen Standpunktes, der Beleuchtung etc. spielt bei Landschafts- und Architektur-Aufnahmen auch der Gesichtswinkel des zur Aufnahme benutzten Objectivs eine grosse Rolle. Objective mit zu grossem Gesichtswinkel, sogenannte „Weitwinkelobjective“, geben stets eine übertriebene Perspective. Nimmt man z. B. ein Haus

mit davorliegendem Rasenplatz auf, so erscheint letzterer unnatürlich gross, das Haus dagegen im Verhältniss viel zu klein und entfernt.

Bei Objectiven mit normalem Gesichtswinkel (bis zu 60^0) kommen derartige Fehler nicht vor und man mache es sich daher zur Regel, Weitwinkelobjective nur dann anzuwenden, wenn die örtlichen Verhältnisse dies nöthig machen, wie z. B. bei Aufnahme in engen Strassen oder Innenräumen.

Portrait-Aufnahmen.

Portrait-Aufnahmen sind namentlich für Anfänger weniger leicht auszuführen als Landschafts-Aufnahmen, weil die Stellung und Beleuchtung der aufzunehmenden Personen grosse Uebung erfordert.

Bei Portrait-Aufnahmen im Zimmer hat man oft mit Beleuchtungsschwierigkeiten zu kämpfen, indem die eine dem Fenster zugekehrte Seite des Gesichts der zu portraitirenden Person stets bedeutend heller erscheint als die andere Seite. Man muss hier durch geeignete Reflectoren (als solche können aufgehängte weisse Tücher oder Papierbogen dienen) für genügende Aufhellung der Schattenseite sorgen. Während der Maler die Beleuchtung nun so wählt, wie sie dem Auge am günstigsten erscheint, muss der Photograph eine weichere Beleuchtung anwenden, d. h. die Schattenseite stärker aufhellen. Dies ist deswegen nöthig, weil die Photographie die Contraste zwischen Licht und Schatten übertrieben stark wiedergiebt.

Man sorge auch für Anbringung eines passenden Hintergrundes, denn es sieht nichts weniger wie schön aus, wenn auf der Photographie alle möglichen störenden Gegenstände sichtbar sind, welche den Blick des Beschauers von der Hauptsache, dem Portrait, ablenken.

Bei Portrait-Aufnahmen im Freien vermeide man im Allgemeinen directes Sonnenlicht, welches nur in Ausnahmefällen zur Erreichung gewisser Beleuchtungseffecte anwendbar ist. Um gute Resultate zu erhalten, muss das Oberlicht

und directes Vorderlicht möglichst ausgeschlossen werden. Namentlich viel Oberlicht wirkt äusserst störend, indem die dabei aufgenommenen Portraits auffallend vertiefte dunkle Augenhöhlen haben. Zu viel Vorderlicht bewirkt dagegen Flachheit des Gesichts. Die besten Resultate erhält man bei combinirter Beleuchtung, nämlich einem vorderen oberen Seitenlicht. Es ist oft schwierig, einen diesen Ansprüchen genügenden Platz aufzufinden.

Was die Wahl der Objective für Portrait-Aufnahmen anbetrifft, so sind weitwinkelige Objective absolut zu vermeiden, da die durch solche bewirkte Verzeichnung noch weit störender als bei Landschafts-Aufnahmen wirkt. Nimmt man z. B. eine Gruppe mit Weitwinkelobjectiv auf, so erscheinen die Flügelmänner stets übertrieben dick, nimmt man eine sitzende Person mit übergeschlagenem Bein auf, so erscheint letzteres ganz unnatürlich gross. Aehnliche Verzerrungen zeigen sich auch im Gesicht, indem auch hier vorspringende Theile, wie z. B. die Nase, unnatürlich vergrössert erscheinen.

Für Aufnahmen im Freien ist jedes gute Objectiv von nicht zu kurzer Brennweite verwendbar. Für Aufnahmen im Zimmer wird man der ungünstigen Lichtverhältnisse wegen natürlich möglichst lichtstarke Objective verwenden und den Aplanaten die Anastigmate, welche auch schon ohne Abblendung genügend scharfe Bilder geben, vorziehen.

Sehr beliebt bei Amateuren sind Portrait-Aufnahmen bei Magnesiumblitzlicht. Man erzeugt solches entweder durch Abbrennen einer explosiblen Mischung von Magnesiumpulver mit Sauerstoff abgebenden Substanzen (sogenanntes Blitzpulver), oder aber indem man reines Magnesiumpulver durch eine Gas- oder Spiritusflamme bläst. Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachtheile. Das Blitzpulver verbrennt schnell, aber unter beträchtlicher Rauchentwicklung, während das durch die Flamme geblasene reine Magnesiumpulver wesentlich langsamer, aber mit viel geringerer Rauchentwicklung verbrennt.

Sowohl Blitzpulver als auch geeignete Lampen für Abbrennen reinen Magnesiumpulvers sind im Handel zu haben.

Da das Abbrennen des Magnesiumpulvers (wenigstens beim Blitzpulver) in einem sehr kurzen Zeitraum erfolgt, so werden die Aufnahmen, selbst wenn sich die Personen bewegt haben, stets scharf.

Um Blitzaufnahmen zu machen, stellt man die aufzunehmende Person zunächst bei Lampenlicht scharf ein, dann bedeckt man das Objectiv mit dem Deckel, bringt die Cassette in den Apparat, nimmt den Deckel ab und entzündet dann sofort das Blitzpulver, worauf man das Objectiv wieder schliesst. Es schadet nicht, wenn das Zimmer in der kurzen Zeit, die zwischen dem Oeffnen des Objectivs und Abbrennen des Pulvers vergeht, durch Gas- oder Petroleumlicht erhellt ist, nur ist dafür Sorge zu tragen, dass nicht der Schein der Lampen direct ins Objectiv fällt.

Die Entzündung des Blitzpulvers erfolgt am besten auf einem Eisenblech mittelst eines glimmenden Holzspahns oder eines Streifen in Kalisalpeterlösung getränkten und dann getrockneten Löschpapiers, welchen man auf die Kante stellt, mit dem einen Ende in das Pulver hineinschiebt und am anderen Ende entzündet. Das Salpeterpapier verbrennt unter Zischen in einigen Secunden und bewirkt eine sichere und gefahrlose Zündung des Pulvers. Die Stelle, an welcher das Pulver abgebrannt wird, soll seitlich zu der Axe des Objectivs in einem Winkel von ungefähr 30° und etwas höher als der Kopf der aufzunehmenden Person liegen. Auf der Schattenseite bringt man als Reflector ein weisses Tuch oder Stück Papier an. Der Reflector muss so gestellt werden, dass er das Licht auch wirklich auf die aufzunehmende Person reflectirt. Man kann den richtigen Standpunkt desselben leicht ausprobiren, wenn man an die Stelle, wo das Blitzpulver abgebrannt werden soll, eine kräftige Petroleumlampe setzt und den Reflector dann so lange hin- und herrückt, bis die Schattenseite genügend aufgehellt erscheint. Ebenso wie bei Tageslicht-Aufnahmen niemals die Sonne in das Objectiv scheinen darf, so darf auch kein directes Magnesiumlicht ins Objectiv fallen, da sonst Verschleierung die unvermeidliche Folge ist.

Die Aufnahme mit Blitzlampen erfolgt in gleicher Weise wie beim Blitzpulver, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Entzündung des Pulvers durch einfachen Druck auf einen Gummiball, wodurch das Pulver durch die Flamme geblasen wird, erfolgt. Da man hier die Möglichkeit hat, mehrere Lampen durch Druck auf einen Gummiball, der durch Schläuche mit den Lampen in Verbindung steht, gleichzeitig zu entzünden, kann man auch Aufnahmen ohne Reflector machen, indem man z. B. auf der Lichtseite zwei, auf der Schattenseite nur eine Lampe anbringt.

Ueber das Quantum des für eine Aufnahme nöthigen Blitz- oder Magnesiumpulvers können keine bestimmten Angaben gemacht werden, da dasselbe bei jedem Objectiv und jeder Blitzpulvermischung verschieden ist. Die richtige Menge muss deshalb durch Versuche festgestellt werden.

Bezüglich der Objective sei noch bemerkt, dass nur lichtstarke Objective ohne oder mit geringer Abblendung für Blitzaufnahmen brauchbar sind, da bei lichtschwachen Objectiven allzu grosse Mengen Pulver erforderlich sein würden.

ALPHABETISCHES REGISTER.

Druckfehler-Verzeichniss.

Seite 3 Zeile 9 v. o. lies Silberlösung statt Siberlösung.
„ 3 „ 11 v. o. „ metallicis statt metallices.
„ 11 „ 7 v. u. „ Schwimmenlassen statt Schwimmen lassen.
„ 12 „ 5 v. o. „ Photographien in Visitenkartenformat statt Visitenkarten.
„ 17 „ 10 v. o. „ Kupferdruckschwärze statt Kupferduckschwärze.
„ 18 „ 8 v. o. fehlt hinter „präparirten“ das Wort „Stein“.
„ 20 „ 4 v. o. lies Maasse statt Maassstabe.
„ 20 „ 6 v. o. „ theureren statt theueren.
„ 22 „ 10 v. o. ist hinter Selbstverlag einzuschalten: neue Auflage erschien 1900 im Verlage von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
„ 22 „ 13 v. o. lies 1891 statt 1893.
„ 28 „ 16 v. o. „ benutzt, also statt benutzt. Also.
„ 29 „ 8 v. u. „ Hittorff statt Hittorf.
„ 31 „ 11 v. o. „ wirft statt entwirft.
„ 32 „ 3 v. u. „ Tafelfigur 1 statt Figur 1.
„ 36 „ 2 v. u. „ a′c statt ad.
„ 44 „ 8 v. u. „ sie statt sich.
„ 63 „ 10 v. u. „ zu statt so.
„ 64 „ 18 v. o. „ aufgenommen ist statt aufgenommen.
„ 64 „ 2 v. u. „ 65 statt 66.
„ 74 „ 22 v. u. „ *S* statt *St*.
„ 83 „ 6 v. u. „ F/10 statt F/1.
„ 83 fehlt die Fussnote: F/4 bedeutet: Das Objectiv ist soweit abgeblendet, dass seine Oeffnung ein Viertel der Focuslänge (F) ist.
„ 85 Zeile 8 v. o. lies dreimal statt doppelt.
„ 85 „ 11 v. u. „ Juni statt Juli.
„ 87 fehlen bei Beschreibung der Entwicklung folgende Angaben: Der Entwickler muss mit einem Guss über die Platte gegossen werden, so dass er dieselbe sofort vollständig bedeckt. Durch Schaukeln der Schale sorgt man dafür, dass die Platte während der ganzen Dauer der Entwicklung gleichmässig vom Entwickler bespült wird.
„ 92 Zeile 16 v. o. lies gelten statt galten.
„ 107 „ 14 v. u. „ glatt statt gatt.
„ 135 „ 1 v. u. „ beendigt statt beenigt.

2 Aufnahmen mit

Goerz-Doppel-Anastigmat, Serie III.

verte.

Voigtländer & Sohn, A.-G.